

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-16687

(P2003-16687A)

(43) 公開日 平成15年1月17日 (2003.1.17)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード [*] (参考)
G 1 1 B 7/24	5 1 1	G 1 1 B 7/24	5 1 1 2 H 1 1 1
	5 2 2		5 2 2 A 5 D 0 2 9
			5 2 2 G 5 D 0 9 0
			5 2 2 P 5 D 1 2 1
	5 3 1		5 3 1 B

審査請求 未請求 請求項の数26 O L (全 25 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-209132(P2001-209132)

(22) 出願日 平成13年7月10日 (2001.7.10)

(31) 優先権主張番号 特願2000-212338(P2000-212338)

(32) 優先日 平成12年7月13日 (2000.7.13)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願2001-128904(P2001-128904)

(32) 優先日 平成13年4月26日 (2001.4.26)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 児島 理恵

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 西原 孝史

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74) 代理人 110000040

特許業務法人池内・佐藤アンドパートナーズ

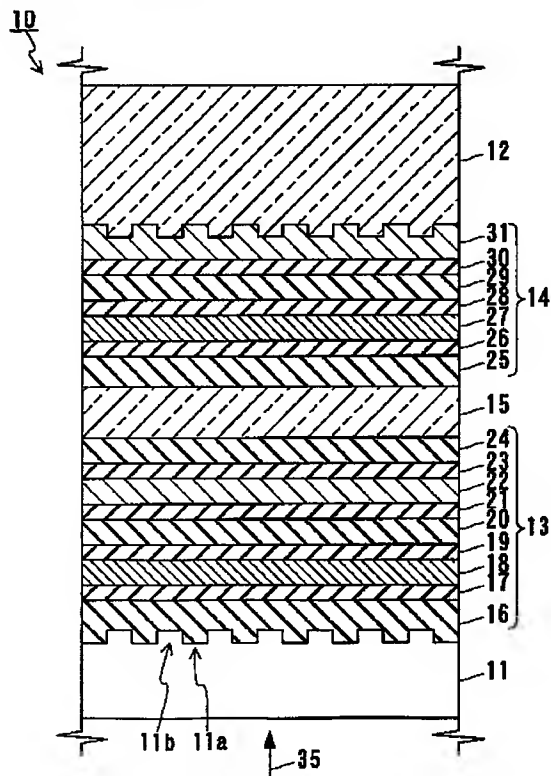
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 情報記録媒体およびその製造方法ならびにそれを用いた記録再生方法

(57) 【要約】

【課題】 2つの記録層を備え高密度記録が可能な情報記録媒体、およびその製造方法、ならびにその記録再生方法を提供する。

【解決手段】 第1の基板11と、第1の基板11に対向するように配置された第2の基板12と、第1の基板11と第2の基板12との間に配置された第1の情報層13と、第1の情報層13と第2の基板12との間に配置された第2の情報層14と、第1の情報層13と第2の情報層14との間に配置された中間層15とを備える。第1の情報層13は、レーザビーム35によって結晶相と非晶質相との間で可逆的に相変態を起こす第1の記録層18を含み、第2の情報層14は、レーザビーム35によって結晶相と非晶質相との間で可逆的に相変態を起こす第2の記録層27を含む。第1の記録層18は、GeとSnとSbとTeとを含み且つ厚さが9nm以下である。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1の基板と、前記第1の基板に対向するように配置された第2の基板と、前記第1の基板と前記第2の基板との間に配置された第1の情報層と、前記第1の情報層と前記第2の基板との間に配置された第2の情報層と、前記第1の情報層と前記第2の情報層との間に配置された中間層とを備え、前記第1の情報層が、前記第1の基板側から照射されるレーザビームによって結晶相と非晶質相との間で可逆的に相変態を起こす第1の記録層を含み、前記第2の情報層が、前記レーザビームによって結晶相と非晶質相との間で可逆的に相変態を起こす第2の記録層を含み、前記第1の記録層が、GeとSnとSbとTeとを含み且つ厚さが9nm以下であることを特徴とする情報記録媒体。

【請求項2】 前記第1の記録層が、組成式



(ただし、 $2 \leq A \leq 22$ 、 $2 \leq B \leq 4$)で表される材料からなる請求項1に記載の情報記録媒体。

【請求項3】 前記第1の記録層中のSnの含有量が25原子%以下である請求項1または2に記載の情報記録媒体。

【請求項4】 前記第1の記録層が結晶相である場合の前記第1の情報層の透過率 T_c (%)と、前記第1の記録層が非晶質相である場合の前記第1の情報層の透過率 T_a (%)とが、波長390nm～430nmの範囲内のレーザビームに対して、 $40 \leq (T_c + T_a) / 2$ を満たす請求項1ないし3のいずれかに記載の情報記録媒体。

【請求項5】 前記透過率 T_c (%)と前記透過率 T_a (%)とが、波長390nm～430nmの範囲内のレーザビームに対して、 $0 \leq |T_c - T_a| / T_c \leq 0.15$ を満たす請求項4に記載の情報記録媒体。

【請求項6】 前記第1の情報層が第1および第2の誘電体層と第1の反射層とをさらに含み、前記第1の反射層、前記第2の誘電体層、前記第1の記録層、および前記第1の誘電体層が、前記中間層側から前記第1の基板側に向かってこの順序で配置されている請求項1ないし5のいずれかに記載の情報記録媒体。

【請求項7】 前記第1の情報層が、前記第1の反射層と前記中間層との間に配置された第3の誘電体層をさらに備える請求項6に記載の情報記録媒体。

【請求項8】 前記第3の誘電体層の屈折率が、波長390nm～430nmの光に対して2.3以上である請求項7に記載の情報記録媒体。

【請求項9】 前記中間層にトラッキング制御用のグルーブが形成されている請求項1ないし8のいずれかに記載の情報記録媒体。

【請求項10】 前記第1の情報層が、前記第1の誘電

体層と前記第1の記録層との間の界面、前記第1の記録層と前記第2の誘電体層との間の界面、前記第2の誘電体層と前記第1の反射層との間の界面、および、前記第1の反射層と前記第3の誘電体層との間の界面から選ばれる少なくとも1つの界面に配置された界面層をさらに備える請求項7に記載の情報記録媒体。

【請求項11】 前記第1の反射層の厚さが、5nm～15nmの範囲内である請求項6に記載の情報記録媒体。

【請求項12】 前記第1の基板の厚さが10μm～700μmの範囲内である請求項1ないし11のいずれかに記載の情報記録媒体。

【請求項13】 前記第1の基板にトラッキング制御用のグルーブが形成されている請求項12に記載の情報記録媒体。

【請求項14】 前記第2の基板の厚さが500μm～1300μmの範囲内である請求項1ないし11のいずれかに記載の情報記録媒体。

【請求項15】 前記第2の基板にトラッキング制御用のグルーブが形成されている請求項14に記載の情報記録媒体。

【請求項16】 前記第2の情報層が第4および第5の誘電体層と第2の反射層とをさらに含み、前記第2の反射層、前記第5の誘電体層、前記第2の記録層、および前記第4の誘電体層が、前記第2の基板側から前記中間層側に向かってこの順序で配置されている請求項7に記載の情報記録媒体。

【請求項17】 前記第2の情報層が、前記第4の誘電体層と前記第2の記録層との間の界面、前記第2の記録層と前記第5の誘電体層との間の界面、および、前記第5の誘電体層と前記第2の反射層との間の界面から選ばれる少なくとも1つの界面に配置された界面層をさらに備える請求項16に記載の情報記録媒体。

【請求項18】 第1および第2の基板と、第1および第2の情報層と、中間層とを備える情報記録媒体の製造方法であって、

(a) 前記第2の基板上に前記第2の情報層を形成する工程と、

(b) 前記第2の情報層上に前記中間層を形成する工程と、

(c) 前記中間層上に前記第1の情報層を形成する工程と、

(d) 前記第1の情報層上に前記第1の基板を接着する工程とを含み、

前記第1の情報層が、前記第1の基板側から照射されるレーザビームによって結晶相と非晶質相との間で可逆的に相変態を起こす第1の記録層を含み、前記第2の情報層が、前記レーザビームによって結晶相と非晶質相との間で可逆的に相変態を起こす第2の記録層を含み、

前記(c)の工程は、前記第1の記録層を、GeとSnとSbとTeとを含む母材を用いて厚さが9nm以下となるように形成する工程を含むことを特徴とする情報記録媒体の製造方法。

【請求項19】 前記(c)の工程において、前記第1の記録層を、アルゴンガスまたはクリプトンガスを含むスパッタリングガスを用いたスパッタリング法で形成する請求項18に記載の情報記録媒体の製造方法。

【請求項20】 前記スパッタリングガスが、酸素および窒素から選ばれる少なくとも1つのガスをさらに含む請求項19に記載の情報記録媒体の製造方法。

【請求項21】 前記第1の記録層を、0.1nm/秒～10nm/秒の範囲内の成膜速度で成膜する請求項19または20に記載の情報記録媒体の製造方法。

【請求項22】 前記(b)の工程は、前記中間層の表面にトラッキング制御用のグルーブを形成する工程を含む請求項18ないし21のいずれかに記載の情報記録媒体の製造方法。

【請求項23】 前記第1の情報層が前記第1の記録層よりも前記中間層側に配置された第1の反射層をさらに含み、
前記(c)の工程が、前記第1の反射層を5nm～15nmの範囲内となるように形成する工程を含む請求項18ないし22のいずれかに記載の情報記録媒体の製造方法。

【請求項24】 情報記録媒体にレーザービームを照射することによって情報信号の記録および再生を行う記録再生方法であって、
前記情報記録媒体が請求項1に記載の情報記録媒体であり、
前記レーザービームは前記情報記録媒体の前記第1の情報層側から入射し、
前記情報記録媒体の前記第2の情報層では、前記第1の情報層を透過してきた前記レーザービームによって情報が記録再生され、
前記レーザービームの波長が390nm～430nmの範囲内であることを特徴とする情報記録媒体の記録再生方法。

【請求項25】 情報を記録再生する際の前記情報記録媒体の線速度が、1m/秒～50m/秒の範囲内である請求項24に記載の情報記録媒体の記録再生方法。

【請求項26】 前記レーザービームは、開口数NAが0.4～1.1の範囲内の対物レンズで集光されたレーザービームである請求項24に記載の情報記録媒体の記録再生方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光学的に情報を記録、消去、書き換え、再生する情報記録媒体およびその製造方法、ならびにその記録再生方法に関する。

【0002】

【従来の技術】相変化型の情報記録媒体は、結晶相と非晶質相との間で可逆的に相変態を起こす記録層を利用して、情報の記録、消去および書き換えを行う。この記録層に高パワーのレーザービームを照射したのちに急冷すると、照射された部分が非晶質相となる。また、記録層の非晶質部分に低パワーのレーザービームを照射したのちに徐冷すると、照射された部分が結晶相となる。したがって、相変化型の情報記録媒体では、高パワーレベルと低パワーレベルとの間でパワーを変調させたレーザービームを記録層に照射することによって、記録層を非晶質相または結晶相に自由に変化させることができる。この情報記録媒体では、非晶質相における反射率と結晶相における反射率との差を利用して情報の記録を行う。

【0003】近年、情報記録媒体の記録密度を向上させるために、さまざまな技術が研究されている。たとえば、青紫色レーザービームを使用してより小さい記録マークを記録する技術や、光入射側の基板を薄くするとともに開口数が多いレンズを使用してより小さい記録マークを記録する技術が研究されている。また、片側から入射したレーザービームを用いて2つの記録層の記録・再生を行う技術も研究されている(特開平12-36130号公報参照)。

【0004】記録マークを小さくするためには、記録層の相変化に要するレーザービームの照射時間を短くする必要がある。したがって、記録層の結晶化速度が速いことが必要とされる。また、2つの記録層を用いて記録・再生を行うためには、光入射側の記録層を薄くして、後方の記録層に十分な光が到達するようにする必要がある。しかしながら、記録層を薄くすると、記録層に含まれる原子の数が減り、また、相変化に伴う原子の移動が抑制されるため、結晶化速度が低下するという問題がある。そのため、薄くても信頼性よく記録が可能な記録層を形成できる材料が求められていた。

【0005】従来から、記録層の材料としては、Ge-Sb-Te系材料が使われてきた。その中でも、GeTe-Sb₂Te₃の擬二元系組成は最も結晶化速度が速く、(GeTe):(Sb₂Te₃)=2:1であるGe₂Sb₂Te₅は、非常に優れた特性を有することが発明者らの実験で分かっている。また、Unoらは、厚さ6nmのGe-Sb-Te記録層を用いた記録再生実験を報告している(M. Uno, K. Nagata and N. Yamada, "Thinning limitation of Ge-Sb-Te recording film for high transmittance media" Proc. of PCOS'99, 83-88)。この実験では、波長が660nmのレーザを用いて9m/sの線速度で記録の消去を行い、30dBという良好な消去率が得られた。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、発明者らが、Ge-Sb-Te系材料について波長405nmの青紫色レーザを用いて実験したところ、この材料では光入射側の材料として不十分であることがわかった。そのため、従来の記録層では、青紫色レーザを用いて記録・再生を行う2層構造の情報記録媒体を実現することは困難であった。

【0007】特開平2-147289号公報では、記録層としてTe-Ge-SnにSbを添加して各元素の含有量を限定することによって、記録消去の繰り返し特性が優れ、消去率の経時変動も少ない情報記録媒体が得られることが報告されている。しかしながら、この情報記録媒体に含まれる記録層は1層のみであり、記録層の厚さが30nm～100nmと厚い場合における実験結果である。この公報には、記録層を薄くした場合のSnの添加効果については示されていない。

【0008】上記の事実に鑑み、本発明は、2つの記録層を備え高密度記録が可能な情報記録媒体、およびその製造方法、ならびにその記録再生方法を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の情報記録媒体は、第1の基板と、前記第1の基板に対向するように配置された第2の基板と、前記第1の基板と前記第2の基板との間に配置された第1の情報層と、前記第1の情報層と前記第2の基板との間に配置された第2の情報層と、前記第1の情報層と前記第2の情報層との間に配置された中間層とを備え、前記第1の情報層が、前記第1の基板側から照射されるレーザビームによって結晶相と非晶質相との間で可逆的に相変態を起こす第1の記録層を含み、前記第2の情報層が、前記レーザビームによって結晶相と非晶質相との間で可逆的に相変態を起こす第2の記録層を含み、前記第1の記録層が、GeとSnとSbとTeとを含み且つ厚さが9nm以下であることを特徴とする。この情報記録媒体は、2つの記録層を備え高密度記録が可能である。

【0010】上記情報記録媒体では、前記第1の記録層が、組成式



(ただし、 $2 \leq A \leq 22$ 、 $2 \leq B \leq 4$)で表される材料からなるものでもよい。この組成式は、GeとSnとが、合計で $100 \times A / (2A + B + 3)$ 原子%含まれることを示す。この構成によれば、第1の記録層を薄くしても、青紫色レーザを用いて良好な記録・消去特性が得られる。 $2 \leq A$ とすることによって、信号の振幅を大きくできる。また、 $A \leq 22$ とすることによって結晶化速度の低下を防止できる。 $2 \leq B$ とすることによって、結晶相と非晶質相との間の相変態の際に融点が高いTeが析出してしまふことを防止できる。また、 $2 < B$ の場合には、 $(Ge-Sn)_A Sb_B Te_{3+A}$ で表される材料

に過剰なSbが添加される。この過剰なSbは、結晶化温度を上げて記録マークの熱的安定性を高める作用と、繰り返し記録時に物質の移動を抑制する作用とを有する。

【0011】上記情報記録媒体では、前記第1の記録層中のSnの含有量が25原子%以下であってもよい。この構成によれば、第1の記録層を薄くしても、青紫色レーザを用いて良好な消去率が得られる。また、第1の記録層中のSnの含有量とBとを調整することによって、第1の記録層の結晶化速度および結晶化温度を制御できる。なお、Snの含有量は0.1原子%以上であることが好ましい。

【0012】上記情報記録媒体では、前記第1の記録層が結晶相である場合の前記第1の情報層の透過率 T_c (%)と、前記第1の記録層が非晶質相である場合の前記第1の情報層の透過率 T_a (%)とが、波長390nm～430nmの範囲内のレーザビームに対して、 $40 \leq (T_c + T_a) / 2$ を満たしてもよい。この構成によれば、第2の情報層についても良好な記録・消去特性が得られる。

【0013】上記情報記録媒体では、前記透過率 T_c (%)と前記透過率 T_a (%)とが、波長390nm～430nmの範囲内のレーザビームに対して、 $0 \leq |T_c - T_a| / T_c \leq 0.15$ (より好ましくは、 $0 \leq |T_c - T_a| / T_c \leq 0.05$)を満たしてもよい。この構成によれば、第1の情報層の記録状態に拘わらず、第2の情報層の記録感度の変化を小さくできる。上記情報記録媒体では、前記第1の情報層が第1および第2の誘電体層と第1の反射層とをさらに含み、前記第1の反射層、前記第2の誘電体層、前記第1の記録層、および前記第1の誘電体層が、前記中間層側から前記第1の基板側に向かってこの順序で配置されていてもよい。この構成によれば、誘電体層および反射層の材料や厚さを変化させることによって、第1の記録層の光吸収率や、第1の情報層の透過率および反射率を制御できる。

【0014】上記情報記録媒体では、前記第1の情報層が、前記第1の反射層と前記中間層との間に配置された第3の誘電体層をさらに備えてもよい。この構成によれば、第3の誘電体層の材料や厚さを変化させることによって、第1の情報層の透過率を高くすることができる。

【0015】上記情報記録媒体では、前記第3の誘電体層の屈折率が、波長390nm～430nmの光に対して2.3以上であってもよい。

【0016】上記情報記録媒体では、前記中間層にトラッキング制御用のグルーブが形成されていてもよい。

【0017】上記情報記録媒体では、前記第1の情報層が、前記第1の誘電体層と前記第1の記録層との間の界面、前記第1の記録層と前記第2の誘電体層との間の界面、前記第2の誘電体層と前記第1の反射層との間の界面、および、前記第1の反射層と前記第3の誘電体層と

の間の界面から選ばれる少なくとも1つの界面に配置された界面層をさらに備えてもよい。この構成によれば、層間の物質移動が抑制されるため、信頼性が高い情報記録媒体が得られる。

【0018】上記情報記録媒体では、前記第1の反射層の厚さが、5 nm～15 nmの範囲内であってもよい。この構成によれば、第1の情報層の透過率 T_c (%)および T_a (%)を高めることができ、また、第1の記録層で生じた熱を速やかに拡散させて非晶質化しやすることができる。第1の反射層を形成する場合には、薄いと熱拡散機能が不十分であり、厚いと第1の情報層の透過率が不十分となるため、その厚さは、5 nm～15 nmの範囲内とすることが好ましい。

【0019】上記情報記録媒体では、前記第1の基板の厚さが10 μm ～700 μm の範囲内であってもよい。この構成によれば、対物レンズの開口数NAを変えることによって、第1の基板のグルーブの形状や記録消去再生条件に合わせて、記録マークの長さや記録マーク間の間隔を最適化できる。

【0020】上記情報記録媒体では、前記第1の基板にトラッキング制御用のグルーブが形成されていてもよい。

【0021】上記情報記録媒体では、前記第2の基板の厚さが500 μm ～1300 μm の範囲内であってもよい。この構成によれば、対物レンズの開口数NAをかえることによって、第2の基板のグルーブの形状や記録消去再生条件に合わせて記録マークの長さや記録マーク間の間隔を最適化できる。第2の基板の厚さは、情報記録媒体の厚さが約1200 μm となるように選択する。第1の基板の厚さが約100 μm である場合は、第2の基板の厚さを約1100 μm とする。また、第1の基板の厚さが約600 μm の場合は、第2の基板の厚さを約600 μm とする。

【0022】上記情報記録媒体では、前記第2の基板にトラッキング制御用のグルーブが形成されていてもよい。

【0023】上記情報記録媒体では、前記第2の情報層が第4および第5の誘電体層と第2の反射層とをさらに含み、前記第2の反射層、前記第5の誘電体層、前記第2の記録層、および前記第4の誘電体層が、前記第2の基板側から前記中間層側に向かってこの順序で配置されていてもよい。この構成によれば、誘電体層や反射層の材料や厚さを変化させることによって、第2の記録層の光吸収率や第2の情報層の反射率を制御できる。

【0024】上記情報記録媒体では、前記第2の情報層が、前記第4の誘電体層と前記第2の記録層との間の界面、前記第2の記録層と前記第5の誘電体層との間の界面、および、前記第5の誘電体層と前記第2の反射層との間の界面から選ばれる少なくとも1つの界面に配置された界面層をさらに備えてもよい。

【0025】また、情報記録媒体を製造するための本発明の製造方法は、第1および第2の基板と、第1および第2の情報層と、中間層とを備える情報記録媒体の製造方法であって、(a)前記第2の基板上に前記第2の情報層を形成する工程と、(b)前記第2の情報層上に前記中間層を形成する工程と、(c)前記中間層上に前記第1の情報層を形成する工程と、(d)前記第1の情報層上に前記第1の基板を接着層する工程とを含み、前記第1の情報層が、前記第1の基板側から照射されるレーザービームによって結晶相と非晶質相との間で可逆的に相変態を起こす第1の記録層を含み、前記第2の情報層が、前記レーザービームによって結晶相と非晶質相との間で可逆的に相変態を起こす第2の記録層を含み、前記(c)の工程は、前記第1の記録層を、GeとSnとSbとTeとを含む母材を用いて厚さが9 nm以下となるように形成する工程を含むことを特徴とする。この製造方法によれば、本発明の情報記録媒体を容易に製造できる。また、この製造方法では、第2の情報層および第1の情報層を形成してから第1の基板を積層するため、薄い第1の基板を備える情報記録媒体を容易に製造できる。

【0026】上記製造方法では、前記(c)の工程において、前記第1の記録層を、アルゴンガスまたはクリプトンガスを含むスパッタリングガスを用いたスパッタリング法で形成してもよい。この構成によれば、繰り返し記録特性が優れた情報記録媒体を容易に形成できる。

【0027】上記製造方法では、前記スパッタリングガスが、酸素および窒素から選ばれる少なくとも1つのガスをさらに含んでもよい。

【0028】上記製造方法では、前記第1の記録層を、0.1 nm/秒～10 nm/秒の範囲内の成膜速度で成膜してもよい。この構成によれば、第1の記録層の膜厚ばらつきを少なくでき、また、短時間で生産性よく第1の記録層を製造できる。

【0029】上記製造方法では、前記(b)の工程は、前記中間層の表面にトラッキング制御用のグルーブを形成する工程を含んでもよい。

【0030】また、上記製造方法では、前記第1の情報層が前記第1の記録層よりも前記中間層側に配置された第1の反射層をさらに含み、前記(c)の工程が、前記第1の反射層を5 nm～15 nmの範囲内となるように形成する工程を含んでもよい。

【0031】また、本発明の記録再生方法は、情報記録媒体にレーザービームを照射することによって情報信号の記録および再生を行う記録再生方法であって、前記情報記録媒体が上記本発明の情報記録媒体であり、前記レーザービームは前記情報記録媒体の前記第1の情報層側から入射し、前記情報記録媒体の前記第2の情報層では、前記第1の情報層を透過してきた前記レーザービームによって情報が記録再生され、前記レーザービームの波長が39

0 nm～430 nmの範囲内であることを特徴とする。この記録再生方法によれば、信頼性よく高密度記録が可能である。

【0032】上記記録再生方法では、情報を記録再生する際の前記情報記録媒体の線速度が、1 m/秒～50 m/秒の範囲内であってもよい。この構成によれば、情報記録媒体の構成や、記録・再生の条件に合わせて記録マークの長さや記録マークの間隔を最適化でき、高転送レートを実現できる。

【0033】上記記録再生方法では、前記レーザービームは、開口数NAが0.4～1.1の範囲内の対物レンズで集光されたレーザービームであってもよい。この構成によれば、第1の基板または第2の基板の厚さやグループの形状、記録消去再生条件にあわせて、記録マークの長さや記録マーク間隔を最適化でき、高い転送レートが得られる。

【0034】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。なお、以下の実施形態は一例であり、本発明は以下の実施形態に限定されない。

【0035】（実施形態1）実施形態1では、本発明の情報記録媒体について一例を説明する。実施形態1の情報記録媒体10について、一部断面図を図1に示す。

【0036】図1を参照して、情報記録媒体10は、第1の基板11（ハッチングは省略する）と第1の基板11に対向するように配置された第2の基板12と、第1の基板11と第2の基板12との間に配置された第1の情報層13と、第1の情報層13と第2の基板12との間に配置された第2の情報層14と、第1の情報層13と第2の情報層14との間に配置された中間層15とを備える。情報記録媒体10は、第1の基板11側から入射するレーザービーム35によって情報の記録および再生を行う。

【0037】第1の基板11および第2の基板12は、それぞれ、円盤状の透明な基板である。図1に示すように、第1の基板11および第2の基板12の内側（中間層15側）の表面には、必要に応じてトラッキング制御用のグループ（溝）が形成されていてもよい。第1の基板11および第2の基板12の外側の表面は、一般的に平滑である。基板にグループが形成されている場合、情報は、グループ11a（レーザービーム35の入射側に近い方の溝面）に記録してもよいし、グループ11a間の部分（レーザービーム35の入射側から遠い方の溝面であり、以下、ランド11bという）に記録してもよい。また、グループ11aとランド11bとの両方に記録してもよい。

【0038】第1の基板11および第2の基板12は、ガラスや、ポリカーボネート、アモルファスポリオレフィン、またはポリメチルメタクリレート（PMMA）と

いった樹脂を用いて形成できる。この中でも、グループの形成が容易で生産性がよいことからポリカーボネート樹脂が好ましい。第1の基板11は、波長390 nm～430 nmの範囲内の光における複屈折が小さいことが好ましい。第1の基板11の厚さは、10 μm～700 μm（より好ましくは、50 μm～150 μm）の範囲内であることが好ましい。第1の基板11が薄いほど、対物レンズの開口数を大きくできレーザービーム35を絞り込むことができる。たとえば、第1の基板11の厚さが100 μmの場合には、開口数が0.85の対物レンズを用いて良好に記録・消去を行うことができる。また、第1の基板11の厚さが600 μmの場合には、開口数が0.6の対物レンズを用いて良好に記録・消去を行うことができる。第2の基板12の厚さは、500 μm～1300 μm（より好ましくは、900 μm～1300 μm）の範囲内であることが好ましい。

【0039】第1の情報層13は、中間層15側から第1の基板11側に順に配置された、第3の誘電体層24、第4の界面層23、第1の反射層22、第3の界面層21、第2の誘電体層20、第2の界面層19、第1の記録層18、第1の界面層17、および第1の誘電体層16を備える。また、第2の情報層14は、第2の基板12側から中間層15側に順に配置された、第2の反射層31、第7の界面層30、第5の誘電体層29、第6の界面層28、第2の記録層27、第5の界面層26、および第4の誘電体層25を備える。

【0040】第1の記録層18が結晶相である場合の第1の情報層13の透過率 T_c （％）と、第1の記録層18が非晶質相である場合の第1の情報層13の透過率 T_a （％）とは、波長390 nm～430 nmの範囲内のレーザービームに対して、 $40 \leq (T_c + T_a) / 2$ を満たすことが好ましい。また、 T_c および T_a は、 $0 \leq |T_c - T_a| / T_c \leq 0.15$ （より好ましくは、 $0 \leq |T_c - T_a| / T_c \leq 0.05$ ）を満たすことが好ましい。

【0041】第1、第2および第3の誘電体層16、20および24は、第1の記録層18を環境から保護する機能を有する。また、各層の厚さや材料を選択することによって、光の干渉を利用して、第1の記録層18の光吸収率（％）、ならびに第1の情報層13の光反射率および光透過率を制御することができる。

【0042】これらの誘電体層の厚さは、たとえばマトリクス法（たとえば、久保田広著「波動光学」岩波書店、1971年、第3章を参照）に基づく計算を用いて決定できる。具体的には、 $|R_c - R_a|$ または R_c / R_a がより大きく、且つ T_c および T_a がより大きくなる条件を満足するように厳密に決定することができる。ここで、 R_c および T_c は、それぞれ、第1の記録層18が結晶相である場合の第1の情報層13の反射率（％）および透過率（％）である。また、 R_a および T_a

aは、それぞれ、第1の記録層18が非晶質相である場合の第1の情報層13の反射率(%)および透過率(%)である。

【0043】また、これらの誘電体層の波長400nm近傍における、複素屈折率は、第1の記録層18の光吸収率や、第1の情報層13の反射率および透過率を決定する重要な要素である。複素屈折率は、屈折率 n と消衰係数 k とを用いて、 $(n - k \cdot i)$ で表される。大きな T_c および T_a を確保するためには、誘電体層の透明性が高いことが望ましく、具体的には消衰係数 k が0.1以下であることが望ましい。

【0044】誘電体層の屈折率について、発明者らは、マトリクス法を用いたシミュレーションを行うことによって、第1の誘電体層16の屈折率 n_1 と、第2の誘電体層20の屈折率 n_2 と、第3の誘電体層24の屈折率 n_3 とが、第1の情報層13の反射率および透過率に与える影響について調べた。このシミュレーションは、第1の記録層18の厚さを6nmと仮定し、第1の反射層22の厚さを10nmと仮定して行った。その結果、屈折率 n_1 、 n_2 および n_3 が、それぞれ、 $1.7 \leq n_1 \leq 2.5$ 、 $1.7 \leq n_2 \leq 2.8$ 、 $2.0 \leq n_3$ の関係を満足する場合には、 $|R_c - R_a|$ または R_c / R_a が大きく、且つ、 $4.0 \leq (T_c + T_a) / 2$ を満たす誘電体層の厚さを決定できるという結果が得られた。さらに、 $2.1 \leq n_1 \leq 2.4$ 、 $2.0 \leq n_2 \leq 2.8$ 、および $2.2 \leq n_3$ を満足する場合には、 R_a をより小さくできるため、 R_c / R_a がより大きく、且つ、 $5.0 \leq (T_c + T_a) / 2$ を満たす誘電体層の厚さを決定できるという結果が得られた。

【0045】このように、第1、第2および第3の誘電体層16、20および24は、第1の情報層13の透過率(T_c および T_a)を大きくするという機能を有する。この中でも、第3の誘電体層24が特に重要であり、第3の誘電体層24を屈折率の大きい材料、たとえば屈折率が2.3以上の材料で形成することが好ましい。第3の誘電体層24がある場合には、それがない場合と比較して、透過率が絶対値で5%~10%上昇することも計算で確かめられた。

【0046】次に、誘電体層の好ましい熱的特性について説明する。第1の記録層18に良好な記録マークを形成するためには、光吸収によって第1の記録層18に発生した熱を、速やかに膜厚方向に逃がして第1の記録層18を急冷することが重要である。そのため、第1の誘電体層16および第2の誘電体層20には、相対的に熱伝導率が小さい材料を用いることが好ましい。熱伝導率が大きい材料を用いると、熱が面内方向に逃げやすくなり、急冷速度が相対的に低下する。一方、第1の反射層22上に形成された第3の誘電体層24には、急冷速度を大きくするために、相対的に熱伝導率が大きい材料を用いることが好ましい。第1、第2および第3の誘電

体層16、20および24は、上記の光学および熱的な条件を満足するような材料を用いて形成される。これらの誘電体層は、酸化物、窒化物、酸化窒化物、硫化物、炭化物、およびこれらを組み合わせた混合物で形成できる。酸化物としては、たとえば、 In_2O_3 、 Nb_2O_5 、 SnO 、 TiO_2 、 MgO 、 ZnO 、 ZrO_2 、 TeO_2 、 Al_2O_3 、 SiO_2 または Ta_2O_5 を用いることができる。窒化物としては、たとえば、 $Si-N$ 、 $Al-N$ 、 $Ti-N$ 、 $Ta-N$ 、 $Zr-N$ または $Ge-N$ を用いることができる。酸化窒化物としては、たとえば、 $Al-O-N$ または $Si-O-N$ を用いることができる。硫化物としては、たとえば ZnS を用いることができる。炭化物としては、たとえば SiC を用いることができる。混合物としては、たとえば $ZnS-SiO_2$ を用いることができる。

【0047】これらの中でも、第1の誘電体層16および第2の誘電体層20には、 $ZnS-SiO_2$ が適している。 $ZnS-SiO_2$ は、屈折率が約2.3の透明な非晶質材料であり、成膜速度も速く、機械的特性および耐湿性に優れている。また、第3の誘電体層24には、 TeO_2 、 ZnO 、 Ta_2O_5 、 ZrO_2 、または TiO_2 といった屈折率が2.3よりも大きい材料が適している。

【0048】第1の界面層17および第2の界面層19は、第1の誘電体層16と第1の記録層18との間、および第1の記録層18と第2の誘電体層20との間で物質が移動することを防止する機能を有する。また、第3の界面層21および第4の界面層23は、第2の誘電体層20と第1の反射層22との間、および第1の反射層22と第3の誘電体層24との間で物質が移動することを防止する。たとえば、 $ZnS-SiO_2$ からなる誘電体層を用いた場合に、誘電体層中の硫黄が第1の記録層18や第1の反射層22に拡散することを防止する。これらの界面層は省略することが可能であるが、硫化物からなる誘電体層を用いる場合には、界面層を形成することが好ましい。第1の情報層13の透過率を大きくするためには、界面層の数ができるだけ少ない方が好ましい。

【0049】これらの界面層の材料には、 $Si-N$ 、 $Al-N$ 、 $Zr-N$ 、 $Ti-N$ 、 $Ge-N$ 、 $Ta-N$ といった窒化物、またはこれらを含む窒化酸化物を用いることができる。また、 C または SiC といった炭化物を用いることもできる。これらの中でも、 $Ge-N$ を含む材料は、反応性スパッタリングで容易に形成でき、機械的特性および耐湿性にも優れている。これら界面層の厚さが厚いと、第1の情報層13の反射率や吸収率が大きく変化してしまうため、これらの界面層の厚さは1nm~10nm(より好ましくは3nm~7nm)の範囲内が好ましい。

【0050】第1の記録層18は、レーザービームの照射

によって結晶相と非晶質相との間で可逆的に相変態を生ずる相変化材料からなる。具体的には、第1の記録層18は、GeとSnとSbとTeを含む。より具体的には、 $\text{Ge}_A\text{Sb}_B\text{Te}_{3+A}$ で表される材料のGeの一部をSnで置換した材料、すなわち、組成式が $(\text{Ge}-\text{Sn})_A\text{Sb}_B\text{Te}_{3+A}$ （ただし、 $2 \leq A \leq 22$ 、 $2 \leq B \leq 4$ ）で表される材料を用いることができる。この組成式は、第1の記録層18中に、GeおよびSnが、合計で $100 \times A / (2A + B + 3)$ 原子%含まれることを示す。繰り返し記録性能に優れた情報記録媒体を得るために、Aは、 $2 \leq A \leq 10$ を満たすことがより好ましい。第1の記録層18の厚さは、9 nm以下であり、好ましくは、3 nm～9 nmの範囲内である。

【0051】 $\text{GeTe}-\text{Sb}_2\text{Te}_3$ 擬二元系組成は、結晶化速度が速い材料として従来から用いられているが、これにSnTeまたはPbTeを固溶させることによってさらに結晶化速度をさらに速くできる。SnTeおよびPbTeは、 $\text{GeTe}-\text{Sb}_2\text{Te}_3$ 擬二元系と同様に、結晶構造が岩塩型である。また、SnTeおよびPbTeは、結晶化速度が速く、Ge-Sb-Teと固溶しやすい。本発明者らは、SnTeが、 $\text{GeTe}-\text{Sb}_2\text{Te}_3$ 擬二元系組成に固溶させる材料として好ましいことを見いだした。この材料を用いることによって、小さなレーザビームスポットで、より小さな記録マークをより短い間隔で記録層に記録できる。なお、SnTeの代わりにPbTeを加えることも有用である。この場合、好ましいPbの量は、好ましいSnの量と同様である。

【0052】以上説明したように、 $\text{GeTe}-\text{Sb}_2\text{Te}_3$ 擬二元系組成にSnTeを混ぜた $\text{GeTe}-\text{SnTe}-\text{Sb}_2\text{Te}_3$ を第1の記録層18の材料として用いることができる。この場合には、Geの一部がSnで置換され $(\text{Ge}-\text{Sn})\text{Te}-\text{Sb}_2\text{Te}_3$ となり、結晶化速度が大きくなる。さらに、 $(\text{Ge}-\text{Sn})\text{Te}-\text{Sb}_2\text{Te}_3$ に過剰なSbを加えて $(\text{Ge}-\text{Sn})\text{Te}-\text{Sb}_2\text{Te}_3-\text{Sb}$ とすることによって、結晶化速度を大きくするとともに結晶化温度を向上させることができ、その結果、記録マークの熱的安定性を向上させることができる。さらに、過剰なSbは結晶格子に入らずに非晶質Sbとなるため、繰り返し記録時における物質の移動を抑制する機能も有する。

【0053】組成式が $(\text{Ge}-\text{Sn})_A\text{Sb}_B\text{Te}_{3+A}$ で表される材料を用いる場合、 $2 \leq A$ とすることによって青紫色の波長域で十分な信号振幅が得られる。また、 $A \leq 22$ とすることによって、融点の上昇、および結晶化速度の低下を防止できる。また、 $2 \leq A \leq 10$ とすることによって、繰り返し記録特性に優れた情報記録媒体が得られる。

【0054】次に、組成式が $(\text{Ge}-\text{Sn})_A\text{Sb}_B\text{Te}_{3+A}$ で表される材料を用いる場合において、材料に含まれるSnの含有量について説明する。A=B=2の場合、

第1の記録層18中に含まれるSnの含有量Y（原子%）は、 $0 < Y \leq 11$ を満たすことが好ましい。また、A=2でB=4の場合、 $0 < Y \leq 15$ であることが好ましい。また、A=22でB=2の場合、 $0 < Y \leq 22$ であることが好ましい。また、A=22でB=4の場合、 $0 < Y \leq 25$ であることが好ましい。したがって、上記材料中のSnの含有量は、25原子%以下であることが好ましい。Sn濃度が多すぎると、第1の記録層18の結晶相と非晶質相との間の屈折率変化が小さくなり、記録特性が低下する場合がある。

【0055】図2を参照しながら、第1の記録層18の好ましい組成範囲について説明する。図2は、 $(\text{Ge}-\text{Sn})$ の濃度（原子%）、Sbの濃度（原子%）、Teの濃度（原子%）の座標からなる。点aは、 $[(\text{Ge}-\text{Sn}), \text{Sb}, \text{Te}]$ （以下、この順で表示）= (50, 0, 50)で、 $(\text{Ge}-\text{Sn})\text{Te}$ を示す。点bは、座標が(0, 40, 60)で、 Sb_2Te_3 を示す。従って、線a-bは、 $(\text{Ge}-\text{Sn})_A\text{Sb}_B\text{Te}_{3+A}$ の組成を示す。点cは、(0, 57.1, 42.9)で、 Sb_4Te_3 を示す。従って、線a-cは、 $(\text{Ge}-\text{Sn})_A\text{Sb}_B\text{Te}_{3+A}$ の組成を示す。点dは、座標が(44.9, 4.1, 51.0)であり、A=22でB=2の組成を示す。点eは、座標が(40, 8, 52)であり、A=10でB=2の組成を示す。点fは、座標が(22.2, 22.2, 55.6)であり、A=2でB=2の組成を示す。点gは、座標が(18.2, 36.4, 45.4)であり、A=2でB=4の組成を示す。点hは、座標が(37, 14.8, 48.2)であり、A=10でB=4の組成を示す。点jは、座標が(43.1, 7.8, 49.1)であり、A=22でB=4の組成を示す。したがって、d-f-g-jで囲まれる範囲は、 $2 \leq A \leq 22$ で $2 \leq B \leq 4$ の組成を示す。e-f-g-hで囲まれる範囲は、 $2 \leq A \leq 10$ で $2 \leq B \leq 4$ の組成を示す。線d-fは、 $2 \leq A \leq 22$ でB=2の組成を示す。線e-fは、 $2 \leq A \leq 10$ でB=2の組成を示す。

【0056】組成式 $(\text{Ge}-\text{Sn})_A\text{Sb}_B\text{Te}_{3+A}$ で表される材料を用いて厚さが6 nmの第1の記録層18を形成したところ、A、BおよびSnの濃度を選択することによって、390 nm～430 nmという短波長のレーザビームを用いた場合でも、良好な記録消去性能が得られた。

【0057】なお、第1の記録層18の材料として、 $(\text{Ge}-\text{Sn})_A\text{Sb}_B\text{Te}_{3+A}$ に他の元素を加えた材料を用いてもよい。このような材料は、組成式 $[(\text{Ge}-\text{Sn})_A\text{Sb}_B\text{Te}_{3+A}]_{100-C}\text{M}_C$ （ただし、 $0 < C \leq 20$ ）で表される。元素Mには、窒素、Ag、Al、Cr、Mn、Ti、V、Zr、Nb、Mo、Pd、Cu、Au、Ni、Pt、Zn、In、Ga、Al、Si、Se、Bi、W、Ta、Hf、La、Ce、Nd、Sm、

Gd、Tb、およびDyからなる群より選ばれる少なくとも1つの元素を用いることができる。この場合にも、Sn濃度を変えることによって結晶化速度を最適化することができる。

【0058】第1の反射層22は、光学的には、第1の記録層18に吸収される光量を増大させる働きを有し、熱的には、第1の記録層18で発生した熱を速やかに拡散させ第1の記録層18を非晶質化しやすくするという働きを有する。また、第1の反射層22は、多層膜を使用環境から保護する働きも有する。第1の反射層22の材料としては、たとえば、Al、Au、Ag、またはCuといった熱伝導率が高い単体金属を用いることができる。また、これらの金属を主成分とし、耐湿性の向上または熱伝導率の調整のために1つ以上の他の元素を添加した合金材料を用いることもできる。具体的には、Al-Cr、Al-Ti、Au-Pd、Au-Cr、Ag-Pd、Ag-Pd-Cu、Ag-Pd-Ti、またはCu-Siといった合金を用いることもできる。これらの合金は、いずれも耐食性および熱伝導率が高い材料である。中でも、Ag合金は、熱伝導率が高い。また、Ag合金は、それ自体の光吸収率を小さくする光学設計がしやすいので、Au系の材料またはAl系の材料を用いる場合よりも光を透過光に配分しやすい。第1の記録層18の光吸収率と、第1の情報層13の透過率とのバランスを考慮すると、第1の反射層22の厚さは、5nm～15nm（より好ましくは、8nm～12nm）が好ましい。厚さを5nm以上とすることによって、十分な放熱機能が得られる。また、厚さを15nm以下とすることによって、第1の情報層13の透過率が低くなりすぎること防止できる。

【0059】次に、第2の情報層14について説明する。第4および第5の誘電体層25および29は、第2の記録層27を環境から保護する機能を有する。また、これらの誘電体層の厚さと屈折率とを選択することによって、第2の記録層27の光吸収効率を高めることができ、また、記録前後の反射光量の変化を大きくして信号振幅を大きくすることができる。これらの誘電体層は、第1、第2および第3の誘電体層16、20および24について説明した材料で形成できる。これらの誘電体層は、異なる材料で形成してもよいし、同一の材料で形成してもよい。

【0060】第5の界面層26および第6の界面層28は、第4の誘電体層25と第2の記録層27との間、および第2の記録層27と第5の誘電体層29との間で物質が移動することを防止する。第7の界面層30は、第5の誘電体層29と第2の反射層31との間で物質が移動することを防止する。これらの界面層は、第1および第2の界面層17および19と同様の材料で形成でき、好ましい厚さも同様である。

【0061】第2の記録層27には、第1の情報層13

を透過したレーザービーム35によって情報の記録、消去および再生が行われる。第2の記録層27に記録された情報の再生は、第2の情報層14によって反射されたレーザービームを用いて行うため、第2の情報層14の反射率が高いことが好ましい。

【0062】第2の記録層27は、レーザービームの照射によって結晶相と非晶質相との間で可逆的に相変態を生ずる相変化材料からなる。具体的には、Ge-Sb-Te、Ge-Bi-Te、Ge-Sn-Te、In-Sb-Te、Sb-Te、Ge-Te、またはAg-In-Sb-Teといった材料を用いることができる。あるいは、これらの材料に、Au、Ag、Cu、Al、Ga、Pd、Pt、Ni、Ce、Cr、Bi、Sn、Se、In、La、C、Si、Ti、Mo、W、Ta、Hf、Zr、NbおよびVからなる群より選ばれる少なくとも1つの元素を加えた材料を用いることもできる。あるいは、これらの材料にさらに窒素または酸素を添加した材料を用いることもできる。

【0063】また、第2の記録層27の材料として、第1の記録層18と同じGe-Sn-Sb-Te系の材料を用いてもよい。この場合、第2の記録層27は第1の記録層18よりも厚いため、Snの含有量は第1の記録層18よりも少なくてもよい。組成式 $(\text{Ge-Sn})_A \text{Sb}_B \text{Te}_{3+A}$ で表される材料を用いる場合には、 $2 \leq A \leq 10$ で $2 \leq B \leq 4$ であることが好ましい。第2の記録層27に入射するレーザービームは弱いため、第2の記録層27は、融点が高い材料で形成されることが好ましい。A=15の場合には、融点が高くなって記録感度が低下する。A=2の場合には、Snの含有量Y（原子%）は、 $0 < Y \leq 5$ であることが好ましい。また、A=10の場合には、 $0 < Y \leq 15$ であることが好ましい。

【0064】第2の記録層27が薄すぎると、第2の情報層14の反射率が低下する。また、第2の記録層27が厚すぎると、第2の記録層27で発生した熱が面方向に拡散しやすくなるため小さい記録マークが形成されにくくなる。したがって、第2の記録層27の厚さは、8nm～15nmであることが好ましい。

【0065】第2の反射層31は、第2の記録層27に吸収される光量をを増大させる。また、第2の記録層27で発生した熱を速やかに拡散させ、第2の記録層27の非晶質化を容易にするという機能を有する。第2の反射層31は、第1の反射層22で説明した材料で形成できる。第2の反射層31の厚さは、30nm～150nm（より好ましくは、70nm～90nm）の範囲内であることが好ましい。第2の反射層31が30nmより薄いと熱拡散機能が小さくなって第2の記録層27が非晶質化しにくくなる。また、第2の反射層31が150nmより厚いと熱拡散機能が大きくなりすぎて第2の記録層27の記録感度が低下する。

【0066】中間層15は、第1の記録層18のフォー

カス位置と第2の記録層27のフォーカス位置とを区別するために形成される。中間層15には、トラッキング制御用のグルーブが形成されていてもよい。中間層15は、光硬化性樹脂または遅効性樹脂を用いて形成できる。中間層15の材料は、レーザービーム35の波長 λ において、光吸収が少ないことが好ましい。中間層15の厚さは、レーザービーム35を集光する対物レンズの開口数NAと、レーザービーム35の波長 λ (nm) とで決定される焦点深度 ΔZ 以上である。焦光点の強度を無収差の場合の80%とする場合、焦点深度 ΔZ は $\Delta Z = \lambda / \{2 (NA)^2\}$ の式で近似できる。 $\lambda = 400$ nm、 $NA = 0.6$ のとき、 $\Delta Z = 0.556 \mu\text{m}$ となる。この場合、 $\pm 0.6 \mu\text{m}$ 以内は焦点深度内となるので、中間層15の厚さは $1 \mu\text{m}$ 以上でなければならない。一方、第1の記録層18と第2の記録層27との両方にレーザービーム35を集光させることができるように、中間層15の厚さは $50 \mu\text{m}$ 以下とすることが好ましい。

【0067】なお、図1に示した情報記録媒体は一例である。たとえば、本発明の情報記録媒体は、図3に示す情報記録媒体10aを含む。また、本発明の情報記録媒体では、各誘電体層の材料、各界面層の材料、各反射層の材料は、それぞれ、同じでも異なってもよい。

【0068】(実施形態2) 実施形態2では、情報記録媒体を製造するための本発明の製造方法について説明する。なお、実施形態1で説明した部分と同様の部分については同一の符号を付して重複する説明を省略する。

【0069】実施形態2の製造方法で製造される情報記録媒体10aについて、断面図を図3に示す。この製造方法では、まず、第2の基板12上に第2の情報層14を形成する(工程(a))。以下に、第2の情報層14の形成方法を説明する。

【0070】最初に、トラッキング制御用のグルーブが形成された第2の基板12(たとえば、厚さ 1.1 m)を用意し、この基板を成膜装置内に配置する。そして、第2の基板12のグルーブが形成された側に、第2の反射層31、第7の界面層30、第5の誘電体層29、および第6の界面層28を順に形成する。第2の反射層31は、金属からなる母材をArガス雰囲気中でスパッタリングすることによって形成できる。各界面層および誘電体層は、スパッタリング法(たとえば反応性スパッタリング法)によって形成できる。スパッタリングガスには、Arガス、またはArガスと反応性ガスとの混合ガスを用いることができる。

【0071】次に、第2の記録層27を形成する。第2の記録層27は、スパッタリング法によって形成できる。母材には、形成する第2の記録層27の組成に応じた母材(たとえば、Ge-Sb-Te合金)を用いる。スパッタリングガスには、Arガス、Krガス、Arガスと反応性ガス(N_2 または O_2 から選ばれる少なくとも1つのガスである。以下、同様である。)との混合ガ

ス、またはKrガスと反応性ガスとの混合ガスを用いることができる。

【0072】次に、第5の界面層26と第4の誘電体層25を順に形成する。これらの層は、上述した方法で形成できる。第4の誘電体層25の形成後に、必要に応じて第2の記録層27を結晶化させる初期化工程を行ってもよい。

【0073】次に、第2の情報層14上に中間層15を形成する(工程(b))。図3に示すように、この実施形態では、中間層15の第1の基板11側の表面にトラッキング制御用のグルーブを形成する場合について説明する。まず、第4の誘電体層25上に、中間層15の材料となる硬化前の紫外線硬化性樹脂を塗布する。紫外線硬化性樹脂は、たとえばスピンコート法で塗布できる。次に、トラッキング制御用のグルーブの形状が転写された透明な基板(たとえばポリカーボネート基板)を用意する。そして、この基板のグルーブが形成された面を樹脂に密着させたのち、紫外線を照射して紫外線硬化性樹脂を硬化させ、グルーブを転写する。その後、基板を剥離することによって、トラッキング制御用のグルーブが形成された中間層15を形成できる。

【0074】次に、中間層15上に、第1の情報層13を形成する(工程(c))。以下に、第1の情報層13の形成方法について説明する。

【0075】まず、中間層15上に、第3の誘電体層24、第4の界面層23、第1の反射層22、第3の界面層21、第2の誘電体層20、および第2の界面層19を順に形成する。これらの層は、第2の情報層14で説明した方法で形成できる。

【0076】次に、第2の界面層19上に第1の記録層18を形成する。第1の記録層18の組成は、実施形態1で説明したものと同様である。第1の記録層18は、GeとSnとSbとTeとを含む母材を用いて厚さが 9 nm 以下となるように形成される。具体的には、Ge-Sn-Sb-Te合金の母材をスパッタリングすることによって形成できる。また、Ge、Sn、SbおよびTeの4つの母材を4つの電源を用いて同時にスパッタリングすることによっても形成できる。また、Ge、Sn、Sb、Teのうち複数を含む化合物からなる母材を用いてもよい。スパッタリングガスには、Arガス、Krガス、Arガスと反応性ガスとの混合ガス、またはKrガスと反応性ガスとの混合ガスを用いることができる。第1の記録層18は、 $0.1 \text{ nm/秒} \sim 10 \text{ nm/秒}$ の範囲内の成膜速度で形成することが好ましい。成膜速度は、電極に印加するパワーによって制御できる。成膜速度を 0.1 nm/秒 以上とすることによって、スパッタリングガスが記録層に過剰に混入することを防止できる。また、成膜速度を 10 nm/秒 以下とすることによって、記録層の厚さの制御が容易になる。

【0077】上記方法によれば、母材の組成や形状に依

らず、形成された第1の記録層18について反応性ガス成分を除いた組成が、 $(Ge-Sn)_A Sb_B Te_{3+A}$ になっていれば、特に優れた情報記録媒体が得られる。

【0078】次に、第1の記録層18上に、第1の界面層17および第1の誘電体層16を順に形成する。これらは、上述した方法で形成できる。第1の誘電体層16を形成したのちに、第1の記録層18にレーザビームを照射して、第1の記録層18の全体を結晶化する初期化工程を行ってもよい。

【0079】その後、第1の情報層13上に、第1の基板11を接着する(工程(d))。まず、第1の誘電体層16上に、硬化前の樹脂を塗布する。樹脂には、紫外線硬化性樹脂や電子線硬化性樹脂を用いることができる。樹脂は、スピコート法などによって塗布できる。この樹脂は、硬化によって接着層36となる。接着層36の厚さは、 $5\mu m \sim 40\mu m$ の範囲内であることが好ましい。その後、硬化前の樹脂上に第1の基板11を密着させ、紫外線や電子線を照射することによって樹脂を硬化させる。このようにして、接着層36によって第1の誘電体層16と第1の基板11とを接着する。なお、接着層36の材料として、遅効性樹脂を用いてもよい。また、第1の基板11上に、傷を防止するためのハードコート層を形成してもよい。ハードコート層は、たとえば紫外線硬化性樹脂によって形成できる。

【0080】このようにして、実施形態1で説明した情報記録媒体を製造できる。なお、実施形態1で説明した情報記録媒体は、他の方法でも製造できる。たとえば、第1の基板11上に第1の情報層13を形成し、第2の基板12上に第2の情報層14を形成し、これらを中間層15を介して貼りあわせてもよい。各層については、上述した方法で形成できる。

【0081】(実施形態3) 実施形態3では、本発明の情報記録媒体の記録再生方法について説明する。

【0082】本発明の記録再生方法に用いる記録再生装置について一例を図4に示す。図4を参照して、記録再生装置40は、情報記録媒体10を回転させるスピンドルモータ41と光ヘッド42とを備える。光ヘッド42は、レーザビーム43を出射する半導体レーザ44と、レーザビーム43を集光する対物レンズ45と、情報記録媒体10によって反射されたレーザビーム43を検出するフォトダイオード(図示せず)とを備える。

【0083】情報記録媒体10は、実施形態1で説明した本発明の情報記録媒体である。レーザビーム43の波長は、 $390nm \sim 430nm$ の範囲内である。対物レンズ45は、開口数が0.4~1.1の範囲内である。

【0084】実施形態3の記録再生方法では、情報記録媒体10を $1m/秒 \sim 50m/秒$ の範囲内の線速度になるように回転させることによって情報の記録、再生、および消去を行うことが好ましい。

【0085】情報記録媒体10がトラッキング制御用の

グループを備える場合、情報は、グループ11aの部分のみに記録してもよいし、ランド11bの部分のみに記録してもよい(図1参照)。また、情報は、グループ11aとランド11bの両方に記録してもよい。たとえば、第1の情報層13および第2の情報層14にともにグループが形成されている場合、第1の情報層13/第2の情報層14への情報記録は、グループ記録/グループ記録、グループ記録/ランド記録、ランド記録/グループ記録、またはランド記録/ランド記録のいずれでもよい。

【0086】情報は、照射するレーザビーム43を高い方のピークパワー P_p (mW)と低い方のバイアスパワー P_b (mW)とに変調させることによって記録する。 P_p のレーザビームの照射によって非晶質相が形成され、これが記録マークとなる。記録マーク間には、 P_b のレーザビームの照射によって、結晶相が形成される。

【0087】第1の情報層13を記録再生する際には、第1の記録層18に焦点を合わせてレーザビーム43を照射する。情報の再生は、第1の記録層18から反射してきたレーザビーム43を検出することによって行う。第2の情報層14を記録再生する際には、第2の記録層27に焦点を合わせてレーザビーム43を照射する。情報の再生は、第2の記録層27によって反射され、中間層15と第1の情報層13とを透過してきたレーザビーム43を検出することによって行う。

【0088】

【実施例】次に、実施例を用いて本発明を詳細に説明する。

【0089】(実施例1) 実施例1では、記録層の材料と特性との関係について評価した。まず、図5に示すサンプル50を作製した。図5のサンプル50は、第1の基板51上に形成された第1の情報層13aを備える。第1の情報層13aは、接着層52によってダミー基板53に接着されている。以下に、サンプル50の作製方法を説明する。

【0090】まず、基板51として、 $12mm \times 18mm$ のポリカーボネート基板(厚さ: $0.6mm$)を用意した。そして、基板51上に、第1の誘電体層16(厚さ: $90nm$)、第1の界面層17(厚さ: $3nm$)、第1の記録層18、第2の界面層19(厚さ: $3nm$)、第2の誘電体層20(厚さ: $36nm$)、第3の界面層21(厚さ: $3nm$)、および第1の反射層22(厚さ: $10nm$)を順にスパッタリング法によって形成した。

【0091】実施例1では、各誘電体層に $ZnS-SiO_2$ (SiO_2 : $20mol\%$)を用い、各界面層に $Ge-N$ を用い、第1の反射層22に Ag 合金を用いた。また、第1の記録層18は、組成式 $(Ge-Sn)_4Sb_2Te_7$ で表される材料(Ge と Sn の含有量が合計で 30.8 原子%)で形成した。第1の記録層18は、初期

化は行わず、非晶質状態のままとした。実施例1では、第1の記録層18中のGeの含有量X（原子%）とSnの含有量Y（原子%）とを変化させて複数のサンプルを作製した。

【0092】第1の記録層18の厚さは、3nm～12nmの範囲内で変化させた。第1および第2の誘電体層16および20の厚さは、波長405nmにおける第1の記録層18の反射率変化が大きく且つ第1の記録層18の光吸収率が大きくなるように、マトリクス法に基づく計算によって決定した。

【0093】各誘電体層は、ZnS-SiO₂の母材（直径100mm、厚さ6mm）をAr雰囲気中で高周波スパッタリング（パワー：400W）することによって形成した。各界面層は、Geの母材（直径100mm、厚さ6mm）をArガスと窒素ガスとの混合ガス雰囲気中で高周波スパッタリング（パワー：300W）することによって形成した。第1の記録層18は、Ge-Sn-Sb-Te合金の母材（直径100mm、厚さ6mm）をArガス雰囲気中で直流スパッタリング（パワー：50W）することによって形成した。第1の記録層18の成膜速度は、0.5nm/秒であった。第1の反射層22は、銀合金の母材（直径100mm、厚さ6mm）を直流スパッタリング（パワー：200W）することによって形成した。

【0094】次に、第1の反射層22上に、接着層52となる紫外線硬化性樹脂を塗布し、ダミー基板53を密

着させて樹脂を硬化させ、第1の反射層22とダミー基板53とを接着層52で接着した。初期化は行わず、第1の記録層18は、成膜後の非晶質相（as-depo 非晶質相）のままとした。このようにして、複数のサンプル50を作製した。

【0095】このようにして作製したサンプルについて、図6に示す評価装置を用いて評価を行った。図6の評価装置は、ステージ61と光ヘッド62とを備える。光ヘッド62は、波長405nmのレーザービーム63を出射する半導体レーザー64と、開口数が0.65の対物レンズ65とを備える。

【0096】次に、サンプルの評価方法について説明する。まず、サンプル50をステージ61に固定した。そして、サンプル50に、3.5mWで500nsのパルスレーザーを照射し、第1の記録層18をas-depo 非晶質相から結晶相に変化させた。次に、サンプル50に、7mWで40nsのパルスレーザーを照射し、第1の記録層18を結晶相から一旦溶かして非晶質相に変化させた。その後、3mWのパルスレーザーを、照射時間が10ns～500nsの範囲内で照射し、非晶質相を結晶相に変化させるのに必要な時間を測定した。なお、相変化が生じたかどうかは、反射率で決定した。測定結果を表1に示す。

【0097】

【表1】

サンプル番号	Ge量 (原子%)	Sn量 (原子%)	記録層の 厚さ(nm)	結晶化時間 (ns)
1-1	30.8	0	3	500<
1-2			4	500
1-3			5	200
1-4			6	90
1-5			7	65
1-6			8	50
1-7			9	40
1-8			10	30
1-9			11	30
1-10			12	30
1-11	25.8	5	3	500<
1-12			4	400
1-13			5	150
1-14			6	70
1-15			7	50
1-16			8	30
1-17			9	30
1-18			10	30
1-19			11	30
1-20			12	30
1-21	20.8	10	3	400
1-22			4	200
1-23			5	80
1-24			6	50
1-25			7	40
1-26			8	30
1-27			9	20
1-28			10	20
1-29			11	20
1-30			12	20
1-31	15.8	15	3	300
1-32			4	100
1-33			5	60
1-34			6	20
1-35			7	20
1-36			8	20
1-37			9	20
1-38			10	20
1-39			11	20
1-40			12	20
1-41	10.8	20	3	200
1-42			4	60
1-43			5	30
1-44			6	15
1-45			7	15
1-46			8	15
1-47			9	15
1-48			10	15
1-49			11	15
1-50			12	15

【0098】表1中、結晶化時間とは、非晶質相を結晶相に変化させるのに必要とされるレーザーの照射時間である。この結晶化時間が短いほど、第1の記録層18の結晶化速度が速い。

【0099】表1に示すように、Snの濃度が高くなるほど結晶化時間が短くなる傾向があった。また、記録層が薄くなるほど、その傾向が大きくなった。このように、記録層が薄い場合であっても、Ge-Sb-TeにSnを添加することによって、結晶化時間を短くできた。

【0100】(実施例2) 実施例2では、図1に示した第1の情報層13を作製し、その透過率を測定した。

【0101】まず、第1の基板11として、直径120mmで厚さ0.1mmのポリカーボネート基板を用意した。そして、この基板上に、第1の誘電体層16(厚さ:110nm)、第1の界面層17(厚さ:3nm)、第1の記録層18、第2の界面層19(厚さ:3nm)、第2の誘電体層20(厚さ:22nm)、第3の界面層21(厚さ:3nm)、第1の反射層22(厚さ:10nm)、第4の界面層23(厚さ:3nm)、および第3の誘電体層24(厚さ:17nm)を順にスパッタリング法によって形成した。第1の記録層18の厚さは、3nm~12nmの範囲内で変化させた。第1および第2の誘電体層16および20の厚さは、波長4

0.5 nmにおける第1の記録層18の反射率変化が大きく且つ第1の記録層18の光吸収率が大きくなるように、マトリクス法に基づく計算によって決定した。また、第3の誘電体層24の厚さは、第1の情報層13の記録・再生特性に影響を与えることなく第1の情報層13の透過率が高くなるように決定した。

【0102】各界面層には、実施例1と同様にGe-Nを用いた。各誘電体層には、実施例1と同様にZnS-SiO₂ (SiO₂: 20 mol%)を用いた。第1の記録層18には、組成式(Ge-Sn)₄Sb₂Te₇ (Ge: 20.8原子%、Sn: 10原子%)で表される材

料を用いた。

【0103】このようにして得られた第1の情報層13を、紫外線硬化性樹脂を用いてダミー基板に貼りあわせた。このようにして、透過率測定用のサンプルを得た。

【0104】これらのサンプルについて、第1の記録層18が非晶質相であるときの透過率Taを測定した。その後、第1の記録層18を結晶化して、透過率Tcを測定した。透過率は、波長405 nmにおける値を分光器で測定した。測定結果を表2に示す。

【0105】

【表2】

サンプル 番号	Ge量 (原子%)	Sn量 (原子%)	記録層の 厚さ(nm)	Ta (%)	Tc (%)	(Tc+Ta)/2 (%)
2-1	20.8	10	3	58	64	61
2-2			4	54	60	57
2-3			5	50	56	53
2-4			6	47	53	50
2-5			7	44	50	47
2-6			8	40	46	43
2-7			9	37	43	40
2-8			10	34	40	37
2-9			11	31	37	34
2-10			12	27	33	30

【0106】第2の情報層14に十分な量のレーザービームを入射させるには、第1の情報層13の透過率が、 $40 \leq (Tc + Ta) / 2$ を満たすことが好ましい。表2から明らかなように、第1の記録層18の厚さを9 nm以下とすることによってこの条件を満たすことができ、6 nm以下とすることによって、 $50 \leq (Tc + Ta) / 2$ を満たすことができる。したがって、第1の記録層18の厚さは、9 nm以下が好ましい。

【0107】(実施例3) 実施例3では、図1に示した情報記録媒体10を製造し、第1の記録層18の組成および厚さと、特性との関係について調べた。

【0108】まず、第1の基板11として、直径120 mmで厚さ0.1 mmのポリカーボネート基板を用意した。そして、この基板上に、第1の誘電体層16 (厚さ: 45 nm)、第1の界面層17 (厚さ: 3 nm)、第1の記録層18、第2の界面層19 (厚さ: 3 nm)、第2の誘電体層20 (厚さ: 11 nm)、第3の界面層21 (厚さ: 3 nm)、第1の反射層22 (厚さ: 10 nm)、第4の界面層23 (厚さ: 3 nm)、および第3の誘電体層24 (厚さ: 23 nm)を順にスパッタリング法によって形成した。第1の記録層18の厚さは、3 nm~9 nmの範囲内で変化させた。

【0109】界面層および誘電体層については、それぞれ、実施例2のサンプルと同様の材料で形成した。第1の記録層18は、組成式(Ge-Sn)₄Sb₂Te₇で表される材料を用い、Snの含有量を0~20原子%の範囲で変化させた。各層は、実施例1と同様の方法で作製した。

【0110】次に、第2の基板12として、直径120 mmで厚さ1.1 mmのポリカーボネート基板を用意した。そして、この基板上に、第2の反射層31 (厚さ: 80 nm)、第7の界面層30 (厚さ: 3 nm)、第5の誘電体層29 (厚さ: 11 nm)、第6の界面層28 (厚さ: 3 nm)、第2の記録層27 (厚さ: 12 nm)、第5の界面層26 (厚さ: 3 nm)、および第4の誘電体層25 (厚さ: 65 nm)をスパッタリング法によって形成した。各誘電体層の厚さは、第2の記録層27の記録・再生特性がよくなるように、マトリクス法に基づく計算によって決定した。

【0111】第2の反射層31には、Ag合金を用いた。各界面層には、Ge-Nを用いた。各誘電体層には、ZnS-SiO₂ (SiO₂: 20 mol%)を用いた。第2の記録層27には、組成式Ge₄Sb₂Te₇で表される材料を用いた。誘電体層、界面層および反射層は、それぞれ、実施例1で説明した方法で形成した。第2の記録層27は、Ge-Sb-Te合金の母材をArガスとN₂ガスとの混合ガス雰囲気中で直流スパッタリング (パワー: 100 W) することによって形成した。

【0112】次に、第1の記録層18と第2の記録層27とを、それぞれ初期化、すなわち結晶化した。その後、第1の情報層13と第2の情報層14とを紫外線硬化性樹脂を用いて接着した。このようにして、第1の記録層18の組成および厚さが異なる複数のサンプルを作製した。

【0113】このようにして得られたサンプルについて、記録マークの消去率と、CNR (Carrier

to Noise Ratio)とを測定した。この測定には、図4に示した記録再生装置を用いた。具体的には、波長が405nmのレーザビームを用い、開口数が0.85の対物レンズを用いた。消去率およびCNR測定時における情報記録媒体10の線速度は、8.6m/

sとした。信号は、ランド部分(図1のランド11b参照)に記録した。測定結果を表3に示す。

【0114】

【表3】

サンプル 番号	Ge量 (原子%)	Sn量 (原子%)	記録層の 厚さ(nm)	消去率 (dB)	CNR (dB)
3-1	30.8	0	3	0	20
3-2			4	0	30
3-3			5	5	37
3-4			6	10	44
3-5			7	15	46
3-6			8	20	46
3-7			9	25	46
3-8	25.8	5	3	0	25
3-9			4	5	35
3-10			5	10	40
3-11			6	15	46
3-12			7	20	50
3-13			8	25	50
3-14			9	30	50
3-15	20.8	10	3	20	40
3-16			4	25	47
3-17			5	30	52
3-18			6	34	52
3-19			7	34	52
3-20			8	35	52
3-21			9	35	52
3-22	15.8	15	3	23	43
3-23			4	25	48
3-24			5	30	52
3-25			6	36	52
3-26			7	36	52
3-27			8	36	52
3-28			9	36	52
3-29	10.8	20	3	25	37
3-30			4	30	43
3-31			5	35	48
3-32			6	38	45
3-33			7	38	45
3-34			8	38	45
3-35			9	38	45

【0115】情報記録媒体では、消去率は20dB以上であることが好ましく、30dB以上であることがより好ましい。また、CNRは、40dB以上であることが好ましく、50dB以上であることがより好ましい。

【0116】表3に示すように、Snを添加していないサンプル3-1～3-7では、消去率およびCNRがともに低く、特に、層厚が6nm以下の場合には消去率が10dB以下であった。Snを添加すると消去率が向上し、厚さが6nmで10原子%のSnを含有する第1の記録層18を用いたサンプル3-18では、消去率が34dBでCNRが52dBという良好な結果が得られた。

【0117】実施例3の結果では、Geの含有量X(原子%)と、Snの含有量Y(原子%)とが、 $X/Y \leq$

$Y \leq$ 約2Xを満たす場合に、良好な記録消去特性が得られた。特に、 $X/2 \leq Y \leq$ 約Xを満たす場合には、消去率およびCNRがともに優れた特性を示した。

【0118】なお、実施例3の結果は、情報記録媒体の線速度が8.6m/sの場合の結果であり、線速度を遅くすると消去率およびCNRは高くなる。

【0119】なお、実施形態2の製造方法で情報記録媒体10aを作製し、本実施例を実施したところ同様の結果が得られた(以下の実施例5、6、7、8、10および11についても、同様であった)。

【0120】(実施例4) 実施例4では、第1の記録層18が異なることを除いて実施例1と同様のサンプルを作製し、実施例1と同様の評価を行った。

【0121】実施例4では、第1の記録層18の厚さを

6 nmとし、組成式 $(\text{Ge}-\text{Sn})_A \text{Sb}_2\text{Te}_{3+A}$ で表される材料を用いた。そして、Aの値を変化させた複数のサンプルを作製し、組成と結晶化時間との関係进行评估した。Snの含有量Y（原子%）は、Geの含有量X

（原子%）の約半分とした。結晶化時間の測定結果を表4に示す。

【0122】

【表4】

サンプル番号	Ge+Sn量 (原子%)	Sn量 (原子%)	A	結晶化時間 (ns)
4-1	14.3	5	1	10
4-2	22.2	7	2	30
4-3	30.8	10	4	50
4-4	35.3	12	6	60
4-5	38.1	13	8	70
4-6	40.0	13	10	80
4-7	42.4	14	14	90
4-8	44.9	15	22	100
4-9	47.3	16	44	110

【0123】表4から明らかなように、Aの値を大きくすると結晶化時間が長くなる傾向があることがわかった。

【0124】（実施例5）実施例5では、第1の記録層18が異なることを除いて実施例3と同様のサンプルを作製し、実施例3と同様の方法でCNRおよび消去率を測定した。第1の記録層18は、厚さを6 nmとし、組

成式 $(\text{Ge}-\text{Sn})_A \text{Sb}_2\text{Te}_{3+A}$ で表される材料を用いて形成した。そして、Aの値を変化させた複数のサンプルを作製した。Snの含有量Y（原子%）は、Geの含有量X（原子%）の約半分とした。測定結果を表5に示す。

【0125】

【表5】

サンプル番号	Ge+Sn量 (原子%)	Sn量 (原子%)	A	消去率 (dB)	CNR (dB)
5-1	14.3	5	1	30	35
5-2	22.2	7	2	34	40
5-3 (3-18)	30.8	10	4	34	52
5-4	35.3	12	6	32	53
5-5	38.1	13	8	30	54
5-6	40.0	13	10	22	55
5-7	42.4	14	14	16	55
5-8	44.9	15	22	14	56
5-9	47.3	16	44	10	57

【0126】表5に示すように、Aの値が小さいとCNRが低くなり、Aの値が大きいと消去率が低下する傾向があった。この傾向は、実施例4の結果と一致している。実施例5の記録層を用いた場合には、Aが、 $2 \leq A \leq 10$ を満たすことが好ましい。

【0127】（実施例6）実施例6では、第1の記録層18が異なることを除いて実施例3と同様のサンプルを作製し、実施例3と同様の方法でCNRおよび消去率を

測定した。第1の記録層18は、厚さを6 nmとし、組成式 $(\text{Ge}-\text{Sn})_A \text{Sb}_2\text{Te}_{3+A}$ で表される材料を用いて形成した。そして、Aの値を変化させた複数のサンプルを作製した。実施例5とは異なり、Snの含有量Y（原子%）は、Geの含有量X（原子%）とほぼ同じとした。測定結果を表6に示す。

【0128】

【表6】

サンプル 番号	Ge+Sn量 (原子%)	Sn量 (原子%)	A	消去率 (dB)	CNR (dB)
6-1	14.3	7	1	30	37
6-2	22.2	11	2	34	42
6-3 (3-25)	30.8	15	4	36	52
6-4	35.3	17	6	36	53
6-5	38.1	19	8	34	54
6-6	40.0	20	10	30	54
6-7	42.4	21	14	26	54
6-8	44.9	22	22	20	53
6-9	47.3	23	44	16	53

【0129】表6から明らかなように、実施例6の記録層を用いた場合には、Aが、 $2 \leq A \leq 22$ を満たすことが好ましい。

【0130】（実施例7）実施例7では、第1の記録層18が異なることを除いて実施例3と同様のサンプルを作製した。第1の記録層18は、膜厚を6nmとし、組成式 $(Ge-Sn)_{22}Sb_BTe_{25}$ で表される材料で形成した。実施例7では、Bの値を変えた複数のサンプルを作製した。

【0131】これらのサンプルについて、図5の装置を

用いてサイクル寿命回数（以下、記録サイクル性能という場合がある）と、記録保存性を評価した。サイクル寿命回数は、3T信号とランダム信号とを繰り返し記録し、3T信号が3dB低下するまでの回数とした。記録保存性は、3T信号を記録したサンプルを温度が90℃で相対湿度が20%の環境下に100時間放置し、3T信号の振幅の低下を測定して評価した。評価結果を表7に示す。

【0132】

【表7】

サンプル 番号	Sn量 (原子%)	B	サイクル性能	記録保存性
7-1	10	2.0	C1	B2
7-2		2.5	B1	A2
7-3		3.0	B1	A2
7-4		3.5	D1	E2
7-5		4.0	D1	E2
7-6		4.5	D1	E2
7-7		5.0	D1	E2
7-8	15	2.0	C1	B2
7-9		2.5	B1	B2
7-10		3.0	B1	A2
7-11		3.5	A1	A2
7-12		4.0	D1	E2
7-13		4.5	D1	E2
7-14		5.0	D1	E2
7-15	20	2.0	C1	C2
7-16		2.5	B1	B2
7-17		3.0	B1	B2
7-18		3.5	A1	A2
7-19		4.0	A1	A2
7-20		4.5	D1	E2
7-21		5.0	D1	E2
7-22	25	2.0	C1	C2
7-23		2.5	B1	C2
7-24		3.0	B1	B2
7-25		3.5	A1	A2
7-26		4.0	A1	A2
7-27		4.5	D1	E2
7-28		5.0	D1	E2
7-29	30	2.0	D1	D2
7-30		2.5	D1	D2
7-31		3.0	D1	D2
7-32		3.5	D1	D2
7-33		4.0	D1	D2
7-34		4.5	D1	D2
7-35		5.0	D1	D2

【0133】表7中、A1～D1はサイクル寿命回数を示す。具体的には、 $D1 < 1000$ 、 $1000 \leq C1 < 5000$ 、 $5000 \leq B1 < 10000$ 、 $10000 \leq A1$ である。また、A2～E2は、3T信号の振幅の低下量を示す。具体的には、 $3dB \leq D2$ 、 $1dB \leq C2 < 3dB$ 、 $0dB < B2 < 1dB$ 、 $A2 = 0dB$ である。また、E2は、結晶化速度が遅く、消去率が10dB未満であったことを示す。

【0134】表7に示すように、記録層中のSbの濃度が高い方がサイクル性能が向上した。また、Sbの濃度とSnの濃度とをともに増やすことによって、サイクル性能と記録保存性とがともに良好になる組成範囲が広がった。したがって、実施例7の記録層(A=22)を用いる場合、Snの含有量Y(原子%)とBとが、それぞれ、 $0 < Y \leq 25$ 、 $2 \leq B \leq 4$ を満たすことが好ましい。

【0135】(実施例8) 実施例8では、第1の記録層18の組成のみが実施例7とは異なるサンプルを作製し、実施例7と同様の測定を行った。具体的には、組成

式 $(Ge-Sn)_2Sb_BTe_5$ で表される材料を用いて第1の記録層18を形成した。その結果、実施例8の記録層(A=2)を用いた場合、BおよびYが、それぞれ、 $2 \leq B \leq 4$ 、 $0 < Y \leq 15$ を満たすことが好ましかった。

【0136】(実施例9) 実施例9では、第1の記録層18および第1の反射層22が異なることを除いて実施例2と同様のサンプルを作製した。具体的には、第1の記録層18は、組成式が $(Ge-Sn)_4Sb_2Te_7$ で表される材料を用い、膜厚を1nm～9nmの範囲内で変化させた。第1の反射層22にはAg合金を用い、厚さを3、5、7、10、12、15、17、20nmとした。

【0137】作製した複数のサンプルについて、反射率、透過率、および3T信号の振幅を測定した。その結果、第1の反射層22の厚さは、5nm～15nmの範囲内であることが好ましく、8nm～12nmの範囲内であることがより好ましいことがわかった。第1の反射層22がない場合には、第1の情報層13の反射率が低

下した。また、第1の反射層22が5nmより薄いと、熱の拡散機能が低下して3T信号の振幅が小さくなった。また、15nmより厚いと、第1の情報層13の透過率が低下した。

【0138】（実施例10）実施例10では、第1の記録層18および情報信号の記録位置を変化させたことを除いて実施例3と同様の方法でサンプルを作製した。具体的には、第1の記録層18は、厚さを6nmとし、組成式が $(Ge-Sn)_4Sb_2Te_7$ （ただし、Sn：10原子%）で表される材料で形成した。情報は、トラッキング制御のために形成したグループ（レーザビームの

入射側に近い方の溝面）またはランド（レーザビームの入射側から遠い方の溝面）のいずれかに記録した。

【0139】これらのサンプルの第1の情報層13の透過率は、平均で50%であった。これらのサンプルについて消去率とCNRとを実施例3と同様の方法で測定した。なお、実施例10では、記録マーク（非晶質相）を形成する際のレーザビームのパワー P_p と、結晶相を形成する際のレーザビームのパワー P_b とについても変化させた。測定結果を表8に示す。

【0140】

【表8】

第1の情報層13				第2の情報層14			
記録位置	CNR (dB)	消去率 (dB)	Pp/Pb (mW)	記録位置	CNR (dB)	消去率 (dB)	Pp/Pb (mW)
グループ	52	33	7.0/3.0	グループ	53	35	9.6/3.6
				ランド	53	34	10.0/4.0
ランド	52	34	7.5/3.5	グループ	53	34	9.5/3.5
				ランド	53	33	9.9/3.9

【0141】表8から明らかなように、第1の情報層13の記録位置がグループの部分であるかランドの部分であるか、および第2の情報層14の記録位置がグループの部分であるかランドの部分であるかに拘わらず、30dB \leq （消去率）、および50dB \leq CNRの良好な結果が得られた。すなわち、信号の記録位置に拘わらず、第1の情報層13および第2の情報層14の特性はともに良好であった。

【0142】（実施例11）実施例11では、第1の記録層18および第2の記録層27の形成方法とが異なることを除いて、実施例3のサンプル3-18と同様にサ

ンプルを作製した。具体的には、第1の記録層18および第2の記録層27は、クリプトンガス雰囲気中で直流スパッタリングを行うことによって形成した。このようにして得られたサンプルについて、ランド部分（図1のランド11b参照）に信号を記録し、記録サイクル性能を評価した。記録サイクル性能の評価では、3T信号のCNRを測定することによって行い、初期のCNR値から3dB低下するまでの回数を記録サイクル寿命とした。評価結果を表9に示す。

【0143】

【表9】

サンプル番号	スパッタリングガス	サイクル回数	
		第1の情報層13	第2の情報層14
9-1	クリプトン	150,000	200,000
3-18	アルゴン	100,000	150,000

【0144】表9から明らかなように、アルゴンガス雰囲気中で記録層を形成したサンプル3-18に比べて、クリプトンガス雰囲気中で記録層を形成したサンプル9-1は、サイクル性能が約1.5倍に改善された。

【0145】（実施例12）実施例12では、SbおよびSnの添加が、結晶化温度および結晶化時間に与える影響を調べた。結晶化温度測定用に石英基板上に第1の記録層18として $(Ge-Sn)_4Sb_2Te_7$ 層を6nm成膜し、その上にGe-N層を5nm成膜した。A=4で一定とし、BとYの値を変えたサンプルを5種類製造した。これらのサンプルについて、結晶化温度を測定

した。結晶化温度は、結晶化に伴う急激な透過率低下が生じた温度で定義した。透過率変化は、サンプルをレーザビームで昇温しながら測定した。結晶化時間は、実施例1と同様に、図5のサンプル50を作製し、図6の評価装置を用いて測定した。その際、結晶化温度測定用のサンプルと第1の記録層18の組成が同じであるサンプルを5種類測定した。第1の記録層18の厚さは6nmとした。測定結果を表10に示す。

【0146】

【表10】

サンプル番号	B	Sn量 (原子%)	結晶化時間 (ns)	サンプル番号	結晶化温度 (°C)
1-4	2	0	90	10-3	200
1-24	2	10	50	10-4	180
10-1	3	10	55	10-5	195
1-34	2	15	20	10-6	170
10-2	3	15	22	10-7	185

【0147】試料番号1-4、1-24、1-34を比較すると、 $B=2$ で S_n のみ添加すると、結晶化時間は、 $90\text{ ns} \rightarrow 50\text{ ns} \rightarrow 20\text{ ns}$ と短くなり、それに伴って、結晶化温度は $200^\circ\text{C} \rightarrow 180^\circ\text{C} \rightarrow 170^\circ\text{C}$ と、 30°C 低下した。結晶化温度の低下は、記録マークの熱的な安定性を損なう。これに対し、 S_b を増やして $B=3$ にすると、結晶化時間は $90\text{ ns} \rightarrow 55\text{ ns} \rightarrow 22\text{ ns}$ とほぼ同等に短くなるが、結晶化温度は $200^\circ\text{C} \rightarrow 195^\circ\text{C} \rightarrow 185^\circ\text{C}$ と、 15°C の低下に抑えられた。このように、 S_n のみ添加するよりも、 S_b と S_n を添加した方が、熱安定性を確保しつつ、結晶化時間を短くすることが可能となる。

【0148】(実施例13) 実施例13では、第1の情報層の T_c 、 T_a および $|\Delta T|/T_c$ (ここで、 $\Delta T = T_c - T_a$) の値と第2の情報層の記録特性との関係を調べた。

【0149】図3の情報記録媒体10aを実施形態2の方法に準じて製造した。製造したサンプルについて図4の評価装置を用いて、第1の情報層13が初期状態(全面結晶)または記録状態(結晶状態と非晶質状態の混在)である場合の第2の情報層14の記録感度の変化を測定した。第1の誘電体層16、第2の誘電体層20、および第3の誘電体層24の厚さを変えて、 T_c および T_a が異なる情報記録媒体10aを製造した。

【0150】まず、第2の基板12として、直径120mmで厚さ1.1mmのポリカーボネート基板を用意した。そして、この基板上に、第2の情報層14を形成した。具体的には、第2の反射層31(厚さ:80nm)、第7の界面層30(厚さ:3nm)、第5の誘電体層29(厚さ:11nm)、第6の界面層28(厚さ:3nm)、第2の記録層27(厚さ:12nm)、第5の界面層26(厚さ:3nm)、および第4の誘電体層25(厚さ:65nm)を、順にスパッタリング法によって形成した。第2の記録層27は、組成式 $\text{Ge}_8\text{Sb}_{2.6}\text{Te}_{11}$ で表される材料で形成した。その他の層は、実施例3のサンプルと同様の材料で形成した。

【0151】次に、第2の情報層14にレーザビームを照射することによって、第2の記録層27を非晶質相から結晶相に変化させる初期化を行った。

【0152】次に、第4の誘電体層25上に、グループが転写された中間層15を紫外線硬化性樹脂で形成した。

【0153】次に、中間層15上に第1の情報層13を形成した。具体的には、第3の誘電体層24、第4の界面層23(厚さ:3nm)、第1の反射層22(厚さ:10nm)、第3の界面層21(厚さ:3nm)、第2の誘電体層20、第2の界面層19(厚さ:3nm)、第1の記録層18(厚さ:6nm)、第1の界面層17(厚さ:3nm)、および第1の誘電体層16を順にスパッタリング法によって形成した。次に、第1の情報層13にレーザビームを照射することによって、第1の記録層18を非晶質相から結晶相に変化させる初期化を行った。

【0154】第1の記録層18は、組成式 $(\text{Ge}-\text{Sn})_8\text{Sb}_2\text{Te}_{11}$ (Sn :10原子%)で表される材料で形成した。その他の層については、実施例3と同様の材料で形成した。

【0155】次に、紫外線硬化性樹脂を用いて、第1の情報層13と第1の基板11とを接着した。第1の基板11には、直径が120mmで厚さが0.09mmのポリカーボネート基板を用いた。接着層36の厚さと第1の基板11の厚さとの合計は、0.1mmであった。

【0156】図4の評価装置を用いて、第1の情報層13が初期化状態の時、第2の情報層14に線速度5m/sで3T信号をグループの部分に記録した。50dBのCNRが得られる P_p (mW)と P_b (mW)とを測定した。次に、第1の情報層13のグループの部分に3T信号を記録し、その記録部分を透過したレーザビームが集光する、第2の情報層14のグループの部分に3T信号を記録し、測定した。

【0157】 T_c および T_a は、第1の情報層13のみを成膜したディスク試料を作製して、実施例2と同様に分光器で測定した。測定結果を表11に示す。

【0158】なお、表中のD1、D2およびD3は、それぞれ、第1、第2および第3の誘電体層16、20および24の厚さを示している。

【0159】

【表11】

サンプル 番号	D1 (nm)	D2 (nm)	D3 (nm)	Tc (%)	Ta (%)	ΔT /Tc	第1の情報層13	第2の情報層14	
								Pp(mW)	Pb(mW)
11-1	110	22	17	54	48	0.11	初期化 状態	9.3	3.4
							記録 状態	9.7	3.6
11-2	17	22	9	50	43	0.14	初期化 状態	9.6	3.6
							記録 状態	11.0	4.1
11-3	56	6	39	38	44	0.16	初期化 状態	12.6	4.7
							記録 状態	10.9	4.1
11-4	120	6	23	52	51	0.02	初期化 状態	9.6	3.6
							記録 状態	9.8	3.8
11-5	40	6	23	51	52	0.02	初期化 状態	9.6	3.6
							記録 状態	9.6	3.6
11-6	45	6	28	47	51	0.09	初期化 状態	10.6	4.0
							記録 状態	10.5	4.0

【0160】表11に示すように、 $|\Delta T|/T_c$ が小さい方が、第2の情報層14は、第1の情報層13の状態に依らず、記録感度変化が小さいことが検証できた。また、ユーザが情報記録媒体を使用して、新しいファイルを保存していくにつれて、記録された領域が増えていくので、透過率の低下が伴わないように $T_c < T_a$ を満足することがより好ましい。サンプル11-3は、 $(T_c + T_a)/2 = 41$ (%)で透過率が小さく、且つ、 $|\Delta T|/T_c = 0.16$ で T_c と T_a との差が大きい構成である。この構成では、第1の情報層13が初期化状態での、第2の情報層14の記録感度が13mW近くあり、透過率はほぼ下限であると考えられた。また、 T_c と T_a との差が大きいので、第1の情報層13が記録状態の場合には、第2の情報層14の3T信号の振幅にムラが生じた。よって、 $|\Delta T|/T_c$ は、0.15以下であることが好ましく、0.05以下であることがより好ましい。

【0161】なお、本実施例では、第1の情報層13および第2の情報層14の初期化は、第1の基板11を接着する前に行ったが、初期化の工程は他の時期に行ってもよい。たとえば、第1の基板11を接着したのちに初期化を行ってもよく、その場合でも、同様の結果と効果が得られる。

【0162】(実施例14) 実施例14では、マトリクス法に基づく計算を行い、第3の誘電体層24の材料および厚さと、第1の情報層13の透過率との関係につい

て調べた。

【0163】計算は、ポリカーボネート基板/第1の誘電体層16/第1の界面層17 (厚さ: 3 nm)/第1の記録層18 (厚さ: 6 nm)/第2の界面層19 (厚さ: 3 nm)/第2の誘電体層20 (厚さ: 23 nm)/第3の界面層21 (厚さ: 3 nm)/第1の反射層22 (厚さ: 10 nm)/第4の界面層23 (厚さ: 3 nm)/第3の誘電体層24という構造を仮定して行った。なお、第3の誘電体層24がない場合の計算では、第4の界面層23もないものとして計算した。

【0164】第1の誘電体層16の厚さD1 (nm)と、第3の誘電体層24の材料および厚さを変化させたときの T_c 、 T_a 、 A_c および A_a について、計算を行った。 T_c および A_c は、それぞれ、第1の記録層18が結晶相である場合の、第1の情報層13の透過率および第1の記録層18の光吸収率を示す。また、 T_a および A_a は、それぞれ、第1の記録層18が非晶質相である場合の、第1の情報層13の透過率および第1の記録層18の光吸収率を示す。計算結果を表12に示す。表12の結果は、第1の記録層18が結晶相である場合の第1の情報層13の反射率 R_c (%)と、第1の記録層18が非晶質相である場合の第1の情報層13の反射率 R_a (%)とが、 $R_a \leq 1$ 、且つ $5 \leq R_c/R_a$ を満たすように誘電体層の厚さを設定したときの値である。

【0165】

【表12】

計算 番号	D1 (nm)	第3の誘電体層24			Tc (%)	Ta (%)	Ac (%)	Aa (%)
		材料	屈折 率	D3 (nm)				
12-1	55	無し			40	42	47	54
12-2	50	MgO Al ₂ O ₃	1.7	34	45	45	46	51
12-3	50	AlN	1.9	34	45	46	45	51
12-4	50	Al-Ti-N ZnTe-O	2.0	23	48	48	42	48
12-5	45	ZnS-SiO ₂ ZnO ZrO ₂ -SiO ₂	2.3	17	51	50	41	46
12-6	45	TeO ₂ Ta ₂ O ₅ ZrO ₂	2.5	17	52	52	40	45
12-7	40	TiO ₂	2.8	17	53	53	39	44

【0166】表12に示すように、第3の誘電体層24がない場合には、TcおよびTaは42%以下であった。これに対し、第3の誘電体層24を形成することによって、TcおよびTaを45%以上とすることができた。また、屈折率が高いほどTcおよびTaを大きくすることが計算で確かめられた。透過率を50%以上にするためには、屈折率が2.3以上の材料で第3の誘電体層24を形成することが好ましい。

【0167】次に、計算結果を検証するために、実際に第1の情報層13を作製して透過率を分光器で測定した。

【0168】第1の情報層13は、以下の方法で作製した。まず、直径120mmで厚さ1.1mmのポリカーボネート基板を用意した。この基板上に、第3の誘電体層24、第4の界面層23（厚さ：3nm）、第1の反射層22（厚さ：10nm）、第3の界面層21（厚

さ：3nm）、第2の誘電体層20（厚さ：23nm）、第2の界面層19（厚さ：3nm）、第1の記録層18（厚さ：6nm）、第1の界面層17（厚さ：3nm）、および第1の誘電体層16を順に積層した。第3の誘電体層24を除く誘電体層および界面層は、実施例3のサンプルと同様の材料で形成した。第1の記録層18は、組成式(Ge-Sn)₈Sb₂Te₁₁(Sn：10原子%)で表される材料で形成した。そして、第3の誘電体層24の材料および厚さ、ならびに第1の誘電体層16の厚さを変化させた複数のサンプルを作製した。また、比較のために、第4の界面層23および第3の誘電体層24を形成しないサンプルも作製した。これらのサンプルについて第1の情報層13の透過率TcおよびTaを測定した結果を表13に示す。

【0169】

【表13】

	D1 (nm)	第3の誘電体層24		Tc (%)	Ta (%)
		材料	D3(nm)		
13-1	55	無し		39	41
13-2	50	MgO	34	44	46
13-3	50	Al ₂ O ₃	34	45	45
13-4	50	AlN	34	45	45
13-5	50	Al-Ti-N	23	49	48
13-6	50	ZnTe-O	23	47	48
13-7	45	ZnS-SiO ₂	17	50	50
13-8	45	ZnO	17	51	49
13-9	45	ZrO ₂ -SiO ₂	17	49	50
13-10	45	TeO ₂	17	52	52
13-11	45	Ta ₂ O ₅	17	52	51
13-12	45	ZrO ₂	17	52	51
13-13	40	TiO ₂	17	54	53

【0170】表13に示すように、ほぼ計算通りの結果が得られた。サンプル13-7～13-13では50%以上の透過率が得られた。このように、第3の誘電体層24を形成することによって、第1の情報層13の透過率が飛躍的に向上した。

【0171】以上、本発明の実施の形態について例を挙げて説明したが、本発明は、上記実施の形態に限定されず本発明の技術的思想に基づき他の実施形態に適用する

ことができる。

【0172】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の情報記録媒体およびその製造方法によれば、2つの記録層を備え高密度記録が可能な情報記録媒体が得られる。

【0173】また、本発明の記録再生方法によれば、高密度記録が可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の情報記録媒体について一例を示す一部断面図である。

【図2】 本発明の情報記録媒体について第1の記録層の組成範囲を示す図である。

【図3】 本発明の情報記録媒体について他の一例を示す一部断面図である。

【図4】 本発明の記録再生方法に用いる記録再生装置について一例の構成を模式的に示す図である。

【図5】 本発明の情報記録媒体の評価に用いたサンプルの構成を示す一部断面図である。

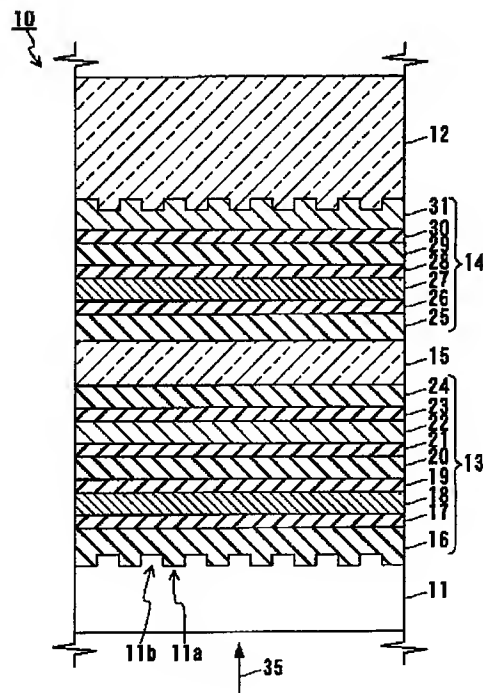
【図6】 本発明の情報記録媒体の評価に用いた評価装置の構成を模式的に示す図である。

【符号の説明】

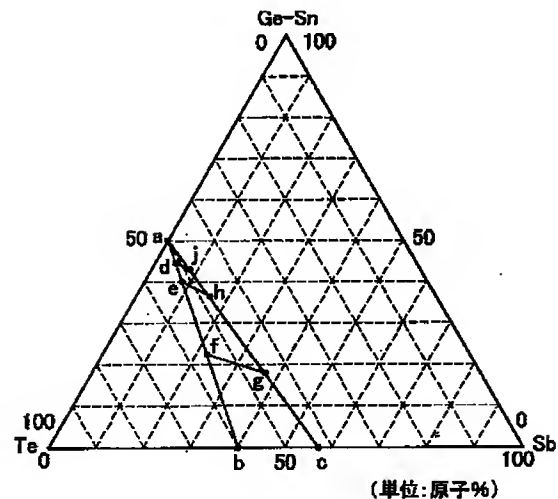
10、10a 情報記録媒体
11 第1の基板
11a 溝
11b ランド
12 第2の基板
13、13a 第1の情報層
14 第2の情報層
15 中間層
16 第1の誘電体層
17 第1の界面層
18 第1の記録層
19 第2の界面層

20 第2の誘電体層
21 第3の界面層
22 第1の反射層
23 第4の界面層
24 第3の誘電体層
25 第4の誘電体層
26 第5の界面層
27 第2の記録層
28 第6の界面層
29 第5の誘電体層
30 第7の界面層
31 第2の反射層
35、43、63 レーザビーム
36 接着層
40 記録再生装置
41 スピンドルモータ
42、62 光ヘッド
44、64 半導体レーザ
45、65 対物レンズ
50 サンプル
51 基板
52 接着層
53 ダミー基板
61 ステージ

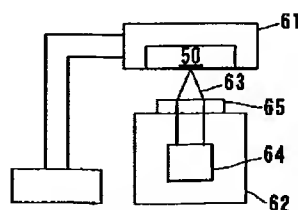
【図1】



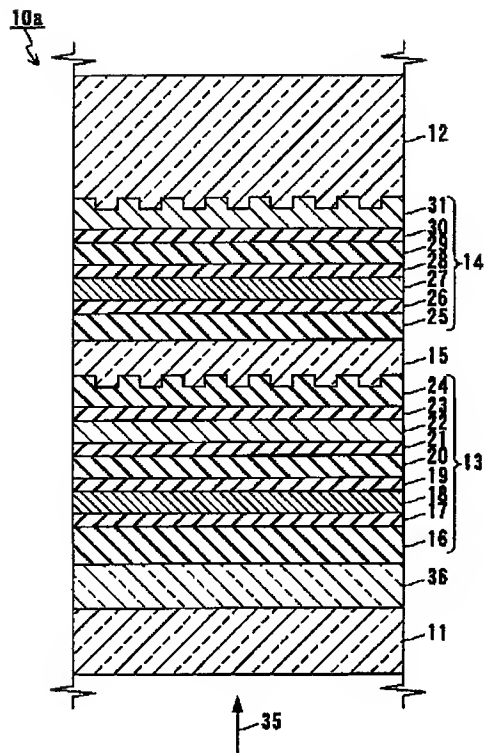
【図2】



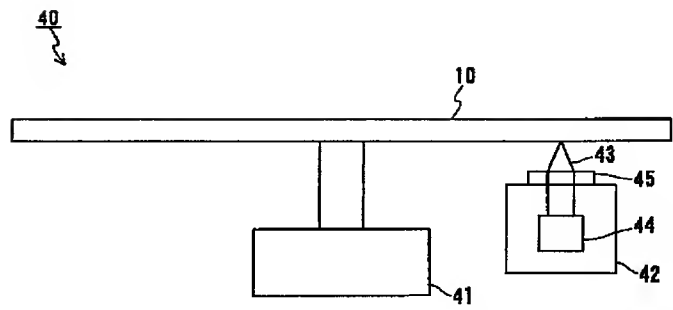
【図6】



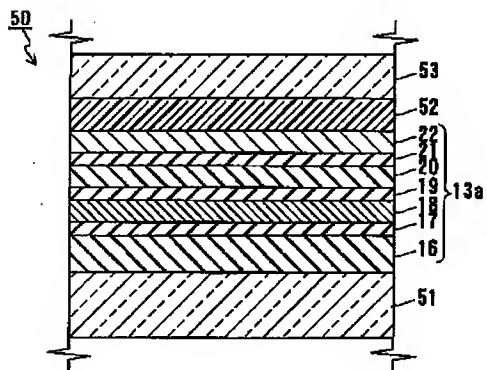
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
G 1 1 B 7/24		G 1 1 B 7/24	5 3 1 Z
	5 3 3		5 3 3 H
	5 3 5		5 3 3 L
			5 3 5 C
			5 3 5 H
	5 3 8		5 3 8 F
	5 4 1		5 4 1 B
			5 4 1 D
B 4 1 M 5/26		7/004	Z

G 1 1 B 7/004
7/26

7/26

B 4 1 M 5/26

X

(72)発明者 山田 昇
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

F ターム(参考) 2H111 EA04 EA23 EA32 EA43 FA02
FA11 FA12 FA21 FB05 FB06
FB09 FB12 FB30 GA01 GA03
5D029 HA04 JA01 JB13 JB18 JB31
JB35 JB46 JB47 JC04 KB03
LB04 LB11 LC06 MA14 MA15
NA15 NA21 RA01 RA12 RA50
5D090 AA01 BB05 BB12 CC12 CC14
DD01 EE01 EE05 FF11 FF21
GG10 KK06 KK20
5D121 AA01 AA03 AA07 DD20 EE03
EE07 EE17 EE18

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-016687

(43)Date of publication of application : 17.01.2003

(51)Int.Cl. G11B 7/24

B41M 5/26

G11B 7/004

G11B 7/26

(21)Application number : 2001-209132 (71)Applicant : MATSUSHITA

ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 10.07.2001 (72)Inventor : KOJIMA RIE

NISHIHARA TAKASHI

YAMADA NOBORU

(30)Priority

Priority number : 2000212338

2001128904

Priority date : 13.07.2000

26.04.2001

Priority country : JP

JP

(54) INFORMATION RECORDING MEDIUM AND METHOD OF
MANUFACTURING THE SAME AND RECORDING AND REPRODUCING
METHOD USING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an information recording medium which has two recording layers and with which high-density recording is possible and a method of manufacturing the same and a recording and reproducing method for the same.

SOLUTION: This information recording medium has a first substrate 11, a second substrate 12 arranged to face the first substrate 11, first information layers 13 arranged between the first substrate 11 and the second substrate 12, second information layers 14 arranged between the first information layers 13 and the second substrate 12 and an intermediate layer 15 arranged between the first information layers 13 and the second information layers 14. The first information layers 13 include the first recording layer 18 which reversibly gives rise to phase transition between a crystalline phase and an amorphous phase by a laser beam 35 and the second information layers 14 include the second recording layer 27 which reversibly gives rise to the phase transition between the crystalline phase and the amorphous phase by the laser beam 35. The first recording layer 18 includes Ge, Sn, Sb and Te and its thickness is below 9 nm.

LEGAL STATUS [Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

* NOTICES *

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The 1st substrate and the 2nd substrate arranged so that said 1st substrate may be countered, The 1st information layer arranged between said 1st substrate and said 2nd substrate, The 2nd information layer arranged between said 1st information layer and said 2nd substrate, It has the interlayer stationed between said 1st information layer and said 2nd information layer. Said 1st information layer contains the 1st recording layer which causes a phase transformation reversibly between a crystal phase and an amorphous phase by the laser beam irradiated from said 1st substrate side. The information record medium with which said 1st recording layer is characterized by thickness being 9nm or less including the 2nd recording layer from which said 2nd information layer starts a phase transformation reversibly between a crystal phase and an amorphous phase by said laser beam, including germanium, Sn, and Sb and Te.

[Claim 2] The information record medium according to claim 1 with which said 1st recording layer consists of an ingredient expressed with empirical formula (germanium-Sn) $ASbBTe_3+A$ (however, $2 \leq A \leq 22$, $2 \leq B \leq 4$).

[Claim 3] The information record medium according to claim 1 or 2 whose content of Sn in said 1st recording layer is below 25 atom %.

[Claim 4] The information record medium according to claim 1 to 3 with which the permeability T_a (%) of said 1st information layer in case said the 1st permeability T_c (%) and said 1st recording layer of an information layer in case said 1st recording layer is a crystal phase are an amorphous phase fills $40 \leq (T_c + T_a) / 2$ to the laser beam of within the limits with a wavelength of 390nm - 430nm.

[Claim 5] The information record medium according to claim 4 with which said permeability T_c (%) and said permeability T_a (%) fill $0 \leq |T_c - T_a| / T_c \leq 0.15$ to the laser beam of within the limits with a wavelength of 390nm - 430nm.

[Claim 6] The information record medium according to claim 1 to 5 with which said 1st reflecting layer, said 2nd dielectric layer, said 1st recording layer, and said 1st dielectric layer are arranged for said 1st information layer in this sequence toward said 1st substrate side from said interlayer side, including further the 1st and 2nd dielectric layers and 1st reflecting layers.

[Claim 7] The information record medium according to claim 6 with which said 1st information layer is further equipped with the 3rd dielectric layer arranged among said 1st reflecting layer and said interlayers.

[Claim 8] The information record medium according to claim 7 whose refractive index of said 3rd dielectric layer is 2.3 or more to light with a wavelength of 390nm - 430nm.

[Claim 9] The information record medium according to claim 1 to 8 with which the

groove for tracking control is formed in said middle class.

[Claim 10] Said 1st information layer The interface between said 1st dielectric layer and said 1st recording layer, The interface between said 1st recording layer and said 2nd dielectric layer, the interface between said 2nd dielectric layer and said 1st reflecting layer, And the information record medium according to claim 7 further equipped with the volume phase arranged at at least one interface chosen from the interface between said 1st reflecting layer and said 3rd dielectric layer.

[Claim 11] The information record medium according to claim 6 whose thickness of said 1st reflecting layer is within the limits of 5nm - 15nm.

[Claim 12] The information record medium according to claim 1 to 11 which is within the limits whose thickness of said 1st substrate is 10 micrometers - 700 micrometers.

[Claim 13] The information record medium according to claim 12 with which the groove for tracking control is formed in said 1st substrate.

[Claim 14] The information record medium according to claim 1 to 11 which is within the limits whose thickness of said 2nd substrate is 500 micrometers - 1300 micrometers.

[Claim 15] The information record medium according to claim 14 with which the groove for tracking control is formed in said 2nd substrate.

[Claim 16] The information record medium according to claim 7 with which said 2nd reflecting layer, said 5th dielectric layer, said 2nd recording layer, and said 4th dielectric layer are arranged for said 2nd information layer in this sequence toward said interlayer side from said 2nd substrate side, including further the 4th and 5th dielectric layers and 2nd reflecting layers.

[Claim 17] The information record medium according to claim 16 with which said 2nd information layer is further equipped with the volume phase arranged at at least one interface chosen from the interface between said 4th dielectric layer and said 2nd recording layer, the interface between said 2nd recording layer and said 5th dielectric layer, and the interface between said 5th dielectric layer and said 2nd reflecting layer.

[Claim 18] The process which is the manufacture approach of an information record medium equipped with the 1st and 2nd substrates, the 1st and 2nd information layers, and an interlayer, and forms said 2nd information layer on the substrate of the (a) above 2nd, (b) The process which forms said interlayer on said 2nd information layer, and the process which forms said 1st information layer on the (c) aforementioned interlayer, (d) The process which pastes up said 1st substrate on said 1st information layer is included. Said 1st information layer contains the 1st recording layer which causes a phase transformation reversibly between a crystal phase and an amorphous phase by the laser beam irradiated

from said 1st substrate side. Said 2nd information layer contains the 2nd recording layer which causes a phase transformation reversibly between a crystal phase and an amorphous phase by said laser beam. The process of the above (c) The manufacture approach of the information record medium characterized by including the process which forms said 1st recording layer so that thickness may be set to 9nm or less using the base material containing germanium, Sn, and Sb and Te.

[Claim 19] The manufacture approach of the information record medium according to claim 18 which forms said 1st recording layer in the process of the above (c) by the sputtering method using the sputtering gas containing argon gas or krypton gas.

[Claim 20] The manufacture approach of an information record medium according to claim 19 that said sputtering gas contains further at least one gas chosen from oxygen and nitrogen.

[Claim 21] The manufacture approach of the information record medium according to claim 19 or 20 which forms said 1st recording layer at the membrane formation rate within the limits of 0.1nm/second - 10nm/second.

[Claim 22] The process of the above (b) is the manufacture approach of an information record medium including the process which forms the groove for tracking control in said middle class's front face according to claim 18 to 21.

[Claim 23] The manufacture approach of an information record medium according to claim 18 to 22 that the process of the above (c) includes the process which forms said 1st reflecting layer so that it may become within the limits of 5nm - 15nm, including further the 1st reflecting layer by which said 1st information layer has been arranged rather than said 1st recording layer at said interlayer side.

[Claim 24] It is the record playback approach of performing record and playback of an information signal by irradiating a laser beam at an information record medium. Said information record medium is an information record medium according to claim 1, and incidence of said laser beam is carried out from a 1st [of said information record medium / said] information layer side. In said 2nd information layer of said information record medium The record playback approach of the information record medium which record playback of the information is carried out by said laser beam which has penetrated said 1st information layer, and is characterized by being within the limits whose wavelength of said laser beam is 390nm - 430nm.

[Claim 25] The record playback approach of an information record medium according to claim 24 that the linear velocity of said information record medium at the time of carrying out record playback of the information is within the limits of 1m/second - 50m/second.

[Claim 26] Said laser beam is the record playback approach of an information record medium according to claim 24 that a numerical aperture NA is the laser beam condensed with the objective lens of 0.4-1.1 within the limits.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the information record medium rewritten [records information, eliminates and] and reproduced optically, its manufacture approach, and its record playback approach.

[0002]

[Description of the Prior Art] The information record medium of a phase change mold performs informational record, elimination, and rewriting between a crystal phase and an amorphous phase using the recording layer which causes a phase transformation reversibly. If it quenches after irradiating a high-power laser beam at this recording layer, the irradiated part will serve as an amorphous phase. Moreover, if it cools slowly after irradiating the laser beam of low power at the amorphous part of a recording layer, the irradiated part will serve as a crystal

phase. Therefore, in the information record medium of a phase change mold, a recording layer can be freely changed to an amorphous phase or a crystal phase by irradiating the laser beam which modulated power between high power level and low power level at a recording layer. In this information record medium, information is recorded using the difference of the reflection factor in an amorphous phase, and the reflection factor in a crystal phase.

[0003] Various techniques are studied in order to raise the recording density of an information record medium in recent years. For example, the technique which records a smaller record mark using a purple-blue color laser beam, and the technique in which numerical aperture records a smaller record mark using a large lens while making thin the substrate by the side of optical incidence are studied. Moreover, the technique of performing record and playback of two recording layers using the laser beam which carried out incidence from one side is also studied (refer to JP,12-36130,A).

[0004] In order to make a record mark small, it is necessary to shorten irradiation time of the laser beam which the phase change of a recording layer takes. Therefore, it is needed that the crystallization rate of a recording layer is quick. Moreover, in order to perform record and playback using two recording layers, the recording layer by the side of optical incidence is made thin, and it is necessary to make it sufficient light for a back recording layer reach. However, if

a recording layer is made thin, since the number of the atoms contained in a recording layer will become fewer and migration of the atom accompanying a phase change will be controlled, there is a problem that a crystallization rate falls. Therefore, even if thin, the ingredient which can form the recording layer which dependability can be good and can be recorded was called for.

[0005] From the former, the germanium-Sb-Te system ingredient has been used as an ingredient of a recording layer. the inside of it -- GeTe-Sb₂Te₃ -- pseudo--- duality -- a system presentation has the quickest crystallization rate and it turns out in the experiment of artificers that germanium₂Sb₂Te₅ which is (GeTe):(Sb₂Te₃) =2:1 has the property which was very excellent. Moreover, Uno and others has reported the record playback experiment which used the germanium-Sb-Te recording layer with a thickness of 6nm (M. Uno, KNagata and N.Yamada, "Thinninglimitation of germanium-Sb-Te recording filmfor high transmittance media" Proc.of PCOS'99, 83-88). In this experiment, record was eliminated with the linear velocity of 9 m/s using the laser whose wavelength is 660nm, and the good rate of elimination of 30dB was obtained.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, when artificers experimented using purple-blue color laser with a wavelength of 405nm about the germanium-Sb-Te system ingredient, it turned out that this ingredient is

insufficient as an ingredient by the side of optical incidence. Therefore, it was difficult to realize the information record medium of the two-layer structure of performing record and playback using purple-blue color laser, in the conventional recording layer.

[0007] By JP,2-147289,A, by adding Sb to Te-germanium-Sn and limiting the content of each element to it as a recording layer, the repeat property of record elimination is excellent and it is reported that an information record medium also with little fluctuation of the rate of elimination with the passage of time is obtained. However, the number of the recording layers contained in this information record medium is one, and record layer thickness is an experimental result in 30nm - 100nm and the case of being thick. The addition effectiveness of Sn at the time of making a recording layer thin is not shown in this official report.

[0008] This invention aims at having two recording layers and offering the information record medium in which high density record is possible, its manufacture approach, and its record playback approach in view of the above-mentioned fact.

[0009]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, the information record medium of this invention The 1st substrate and the 2nd substrate arranged so that said 1st substrate may be countered, The 1st

information layer arranged between said 1st substrate and said 2nd substrate, The 2nd information layer arranged between said 1st information layer and said 2nd substrate, It has the interlayer stationed between said 1st information layer and said 2nd information layer. Said 1st information layer contains the 1st recording layer which causes a phase transformation reversibly between a crystal phase and an amorphous phase by the laser beam irradiated from said 1st substrate side. Said 1st recording layer is characterized by thickness being 9nm or less including the 2nd recording layer from which said 2nd information layer starts a phase transformation reversibly between a crystal phase and an amorphous phase by said laser beam, including germanium, Sn, and Sb and Te. This information record medium is equipped with two recording layers, and high density record is possible for it.

[0010] Said 1st recording layer may consist of an ingredient expressed with empirical formula (germanium-Sn) $ASbBTe_{3+A}$ (however, $2 \leq A \leq 22$, $2 \leq B \leq 4$) in the above-mentioned information record medium. This empirical formula shows % $[100 \cdot A / (2A + B + 3) / \text{atomic}]$ That germanium and Sn are contained in total. According to this configuration, even if it makes the 1st recording layer thin, good record / elimination property is acquired using purple-blue color laser. The amplitude of a signal can be enlarged by being referred to as $2 \leq A$. Moreover, the fall of a crystallization rate can be prevented by being referred to

as $A \leq 22$. By being referred to as $2 \leq B$, it can prevent that Te with the low melting point deposits in the case of the phase transformation between a crystal phase and an amorphous phase. Moreover, in $2 < B$, superfluous Sb is added by the ingredient expressed with $ASb(\text{germanium-Sn})_2\text{Te}_3 + A$. This superfluous Sb has the operation which raises crystallization temperature and raises the thermal stability of a record mark, and the operation which controls migration of the matter at the time of repeat record.

[0011] In the above-mentioned information record medium, the content of Sn in said 1st recording layer may be below 25 atom %. According to this configuration, even if it makes the 1st recording layer thin, the good rate of elimination is obtained using purple-blue color laser. Moreover, the 1st crystallization rate and crystallization temperature of a recording layer are controllable by adjusting the content of Sn in the 1st recording layer, and B. In addition, as for the content of Sn, it is desirable that it is more than 0.1 atom %.

[0012] The permeability T_a (%) of said 1st information layer in case said the 1st permeability T_c (%) and said 1st recording layer of an information layer in case said 1st recording layer is a crystal phase are an amorphous phase may fill $40 \leq (T_c + T_a) / 2$ with the above-mentioned information record medium to the laser beam of within the limits with a wavelength of 390nm - 430nm. According to this configuration, record / elimination property good also about the 2nd information

layer is acquired.

[0013] Said permeability T_c (%) and said permeability T_a (%) may fill $0 \leq |T_c - T_a| / T_c \leq 0.15$ (preferably $0 \leq |T_c - T_a| / T_c \leq 0.05$) with the above-mentioned information record medium to the laser beam of within the limits with a wavelength of 390nm - 430nm. According to this configuration, change of the record sensibility of the 2nd information layer can be made small irrespective of the record condition of the 1st information layer. In the above-mentioned information record medium, said 1st reflecting layer, said 2nd dielectric layer, said 1st recording layer, and said 1st dielectric layer may be arranged for said 1st information layer in this sequence toward said 1st substrate side from said interlayer side, including further the 1st and 2nd dielectric layers and 1st reflecting layers. According to this configuration, the rate of light absorption of the 1st recording layer, and the 1st permeability and reflection factor of an information layer are controllable by changing the ingredient and thickness of a dielectric layer and a reflecting layer.

[0014] In the above-mentioned information record medium, said 1st information layer may be further equipped with the 3rd dielectric layer arranged among said 1st reflecting layer and said interlayers. According to this configuration, the permeability of the 1st information layer can be made high by changing the 3rd ingredient and thickness of a dielectric layer.

[0015] In the above-mentioned information record medium, the refractive index of said 3rd dielectric layer may be 2.3 or more to light with a wavelength of 390nm - 430nm.

[0016] The groove for tracking control may be formed in said middle class in the above-mentioned information record medium.

[0017] Said 1st information layer in the above-mentioned information record medium The interface between said 1st dielectric layer and said 1st recording layer, You may have further the volume phase arranged at at least one interface chosen from the interface between said 1st recording layer and said 2nd dielectric layer, the interface between said 2nd dielectric layer and said 1st reflecting layer, and the interface between said 1st reflecting layer and said 3rd dielectric layer. According to this configuration, since the mass transfer between layers is controlled, a reliable information record medium is obtained.

[0018] In the above-mentioned information record medium, the thickness of said 1st reflecting layer may be within the limits of 5nm - 15nm. It can be made easy according to this configuration, to diffuse promptly the heat which could raise the permeability T_c (%) and T_a of the 1st information layer (%), and was produced in the 1st recording layer, and to make it amorphous. Since the permeability of the 1st information layer will become inadequate if thick [if thin, a thermal diffusion function is inadequate, and] in forming the 1st reflecting layer, as for the

thickness, it is desirable to consider as within the limits of 5nm - 15nm.

[0019] In the above-mentioned information record medium, the thickness of said 1st substrate may be within the limits which is 10 micrometers - 700 micrometers.

According to this configuration, according to the configuration of the groove of the 1st substrate, or record elimination playback conditions, the die length of a record mark and spacing during a record mark can be optimized by changing the numerical aperture NA of an objective lens.

[0020] The groove for tracking control may be formed in said 1st substrate in the above-mentioned information record medium.

[0021] In the above-mentioned information record medium, the thickness of said 2nd substrate may be within the limits which is 500 micrometers - 1300 micrometers. According to this configuration, according to the configuration of the groove of the 2nd substrate, or record elimination playback conditions, the die length of a record mark and spacing during a record mark can be optimized by changing the numerical aperture NA of an objective lens. The thickness of the 2nd substrate is chosen so that the thickness of an information record medium may be set to about 1200 micrometers. When the thickness of the 1st substrate is about 100 micrometers, thickness of the 2nd substrate is set to about 1100 micrometers. Moreover, when the thickness of the 1st substrate is about 600 micrometers, thickness of the 2nd substrate is set to about 600 micrometers.

[0022] The groove for tracking control may be formed in said 2nd substrate in the above-mentioned information record medium.

[0023] In the above-mentioned information record medium, said 2nd reflecting layer, said 5th dielectric layer, said 2nd recording layer, and said 4th dielectric layer may be arranged for said 2nd information layer in this sequence toward said interlayer side from said 2nd substrate side, including further the 4th and 5th dielectric layers and 2nd reflecting layers. According to this configuration, the rate of light absorption of the 2nd recording layer and the reflection factor of the 2nd information layer are controllable by changing the ingredient and thickness of a dielectric layer or a reflecting layer.

[0024] In the above-mentioned information record medium, said 2nd information layer may be further equipped with the volume phase arranged at at least one interface chosen from the interface between said 4th dielectric layer and said 2nd recording layer, the interface between said 2nd recording layer and said 5th dielectric layer, and the interface between said 5th dielectric layer and said 2nd reflecting layer.

[0025] Moreover, the manufacture approach of this invention for manufacturing an information record medium The process which is the manufacture approach of an information record medium equipped with the 1st and 2nd substrates, the 1st and 2nd information layers, and an interlayer, and forms said 2nd information

layer on the substrate of the (a) above 2nd, (b) The process which forms said interlayer on said 2nd information layer, and the process which forms said 1st information layer on the (c) aforementioned interlayer, (d) The process which carries out the glue line of said 1st substrate on said 1st information layer is included. Said 1st information layer contains the 1st recording layer which causes a phase transformation reversibly between a crystal phase and an amorphous phase by the laser beam irradiated from said 1st substrate side. Said 2nd information layer contains the 2nd recording layer which causes a phase transformation reversibly between a crystal phase and an amorphous phase by said laser beam. The process of the above (c) It is characterized by including the process which forms said 1st recording layer so that thickness may be set to 9nm or less using the base material containing germanium, Sn, and Sb and Te. According to this manufacture approach, the information record medium of this invention can be manufactured easily. Moreover, by this manufacture approach, since the laminating of the 1st substrate is carried out after forming the 2nd information layer and the 1st information layer, an information record medium equipped with the 1st thin substrate can be manufactured easily.

[0026] By the above-mentioned manufacture approach, said 1st recording layer may be formed in the process of the above (c) by the sputtering method using the sputtering gas containing argon gas or krypton gas. According to this

configuration, the information record medium excellent in the repeat recording characteristic can be formed easily.

[0027] By the above-mentioned manufacture approach, said sputtering gas may also contain further at least one gas chosen from oxygen and nitrogen.

[0028] By the above-mentioned manufacture approach, said 1st recording layer may be formed at the membrane formation rate within the limits of 0.1nm/second - 10nm/second. According to this configuration, thickness dispersion of the 1st recording layer can be lessened, and the 1st recording layer can be manufactured with sufficient productivity in a short time.

[0029] By the above-mentioned manufacture approach, the process of the above (b) may also include the process which forms the groove for tracking control in said middle class's front face.

[0030] Moreover, by the above-mentioned manufacture approach, the process of the above (c) may also include the process which forms said 1st reflecting layer so that it may become within the limits of 5nm - 15nm, including further the 1st reflecting layer by which said 1st information layer has been arranged rather than said 1st recording layer at said interlayer side.

[0031] Moreover, the record playback approach of this invention is the record playback approach of performing record and playback of an information signal by irradiating a laser beam at an information record medium. Said information

record medium is an information record medium of above-mentioned this invention, and incidence of said laser beam is carried out from a 1st [of said information record medium / said] information layer side. In said 2nd information layer of said information record medium Record playback of the information is carried out by said laser beam which has penetrated said 1st information layer, and it is characterized by being within the limits whose wavelength of said laser beam is 390nm - 430nm. According to this record playback approach, high density record is possible with sufficient dependability.

[0032] By the above-mentioned record playback approach, the linear velocity of said information record medium at the time of carrying out record playback of the information may be within the limits of 1m/second - 50m/second. According to this configuration, according to the configuration of an information record medium, and the conditions of record and playback, the die length of a record mark and spacing of a record mark can be optimized, and a high transfer rate can be realized.

[0033] By the above-mentioned record playback approach, said laser beam may be a laser beam by which the numerical aperture NA was condensed with the objective lens of 0.4-1.1 within the limits. According to this configuration, in accordance with the thickness of the 1st substrate or the 2nd substrate, the configuration of a groove, and record elimination playback conditions, the die

length of a record mark and spacing during a record mark can be optimized, and a high transfer rate is obtained.

[0034]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained, referring to a drawing. In addition, the following operation gestalten are examples and this invention is not limited to the following operation gestalten.

[0035] (Operation gestalt 1) The operation gestalt 1 explains an example about the information record medium of this invention. About the information record medium 10 of the operation gestalt 1, a sectional view is shown in drawing 1 in part.

[0036] The 2nd substrate 12 arranged with reference to drawing 1 so that the information record medium 10 may counter the 1st substrate 11 (hatching is omitted) and 1st substrate 11, It has the interlayer 15 stationed between the 1st information layer 13 arranged between the 1st substrate 11 and the 2nd substrate 12, the 2nd information layer 14 arranged between the 1st information layer 13 and the 2nd substrate 12, and the 1st information layer 13 and the 2nd information layer 14. The information record medium 10 performs informational record and playback by the laser beam 35 which carries out incidence from the 1st substrate 11 side.

[0037] The 1st substrate 11 and 2nd substrate 12 are a disc-like transparent

substrate, respectively. As shown in drawing 1 , the groove for tracking control (slot) may be formed in the front face inside the 1st substrate 11 and the 2nd substrate 12 (middle class 15 side) if needed. Generally the front face of the outside of the 1st substrate 11 and the 2nd substrate 12 is smooth. When the groove is formed in the substrate, information may be recorded on groove 11a (groove surface of the direction near the incidence side of a laser beam 35), and may be recorded on the part between groove 11a (henceforth [it is the groove surface of the one distant from the incidence side of a laser beam 35, and] land 11b). Moreover, you may record on both groove 11a and land 11b.

[0038] The 1st substrate 11 and 2nd substrate 12 can be formed using resin, such as glass, a polycarbonate and amorphous polyolefine, or polymethylmethacrylate (PMMA). Also in this, formation of a groove is easy, and since productivity is good, polycarbonate resin is desirable. As for the 1st substrate 11, it is desirable that the birefringence in the light of within the limits with a wavelength of 390nm - 430nm is small. As for the thickness of the 1st substrate 11, it is desirable that it is within the limits of 10 micrometers - 700 micrometers (preferably 50 micrometers - 150 micrometers). The numerical aperture of an objective lens can be enlarged and a laser beam 35 can be narrowed down, so that the 1st substrate 11 is thin. For example, when the thickness of the 1st substrate 11 is 100 micrometers, numerical aperture can

perform record and elimination good using the objective lens of 0.85. Moreover, when the thickness of the 1st substrate 11 is 600 micrometers, numerical aperture can perform record and elimination good using the objective lens of 0.6. As for the thickness of the 2nd substrate 12, it is desirable that it is within the limits of 500 micrometers - 1300 micrometers (preferably 900 micrometers - 1300 micrometers).

[0039] The 1st information layer 13 is equipped with the 3rd dielectric layer 24 and the 4th volume phase 23 which have been arranged in order from the interlayer 15 side at the 1st substrate 11 side, the 1st reflecting layer 22, the 3rd volume phase 21, the 2nd dielectric layer 20, the 2nd volume phase 19, the 1st recording layer 18, the 1st volume phase 17, and the 1st dielectric layer 16. Moreover, the 2nd information layer 14 is equipped with the 2nd reflecting layer 31 and the 7th volume phase 30 which have been arranged in order from the 2nd substrate 12 side at the interlayer 15 side, the 5th dielectric layer 29, the 6th volume phase 28, the 2nd recording layer 27, the 5th volume phase 26, and the 4th dielectric layer 25.

[0040] As for the permeability T_a (%) of the 1st information layer 13 in case the 1st permeability T_c (%) and 1st recording layer 18 of the information layer 13 in case the 1st recording layer 18 is a crystal phase are an amorphous phase, it is desirable to fill $40 \leq (T_c + T_a) / 2$ to the laser beam of within the limits with a

wavelength of 390nm - 430nm. Moreover, as for T_c and T_a , it is desirable to fill $0 \leq |T_c - T_a|/T_c \leq 0.15$ (preferably $0 \leq |T_c - T_a|/T_c \leq 0.05$).

[0041] The 1st, 2nd, and 3rd dielectric layers 16, 20, and 24 have the function to protect the 1st recording layer 18 from an environment. Moreover, the rate of light absorption of the 1st recording layer 18 (%), the rate of a light reflex of the 1st information layer 13, and light transmittance are controllable by choosing the thickness and the ingredient of each class using interference of light.

[0042] Such dielectric layer thickness can be determined using the count based on a matrix method (see Chapter 3 in for example, Kubota extensive work "wave optics" Iwanami Shoten and 1971). Specifically, $|R_c - R_a|$ or R_c/R_a can determine strictly more greatly that it will satisfy the conditions to which T_c and T_a become larger. Here, R_c and T_c are the 1st reflection factor (%) and permeability (%) of the information layer 13 in case the 1st recording layer 18 is a crystal phase, respectively. Moreover, R_a and T_a are the 1st reflection factor (%) and permeability (%) of the information layer 13 in case the 1st recording layer 18 is an amorphous phase, respectively.

[0043] Moreover, the complex index of refraction in the wavelength of about 400nm of these dielectric layers is an important element which determines the rate of light absorption of the 1st recording layer 18, and the 1st reflection factor and permeability of the information layer 13. Complex index of refraction is

expressed with (n-k-i) using a refractive index n and an extinction coefficient k. In order to secure big Tc and Ta, it is desirable for the transparency of a dielectric layer to be high, and it is desirable for an extinction coefficient k to be specifically 0.1 or less.

[0044] The refractive index n1 of the 1st dielectric layer 16, the refractive index n2 of the 2nd dielectric layer 20, and the refractive index n3 of the 3rd dielectric layer 24 investigated about the effect which it has on the 1st reflection factor and permeability of the information layer 13 by performing simulation for which artificers used the matrix method about the refractive index of a dielectric layer. This simulation assumed the thickness of the 1st recording layer 18 to be 6nm, and it performed it, having assumed the thickness of the 1st reflecting layer 22 to be 10nm. Consequently, when refractive indexes n1, n2, and n3 satisfied the relation of $1.7 \leq n1 \leq 2.5$, $1.7 \leq n2 \leq 2.8$, and $2.0 \leq n3$, respectively, $|Rc-Ra|$ or Rc/Ra was large and the result that the dielectric layer thickness which fills $40 \leq (Tc+Ta) / 2$ could be determined was obtained. Furthermore, since it made Ra smaller in satisfying $2.1 \leq n1 \leq 2.4$, $2.0 \leq n2 \leq 2.8$, and $2.2 \leq n3$, Rc/Ra was more large and the result that the dielectric layer thickness which fills $50 \leq (Tc+Ta) / 2$ could be determined was obtained.

[0045] Thus, the 1st, 2nd, and 3rd dielectric layers 16, 20, and 24 have the function to enlarge the permeability (Tc and Ta) of the 1st information layer 13.

Also in this, especially the 3rd dielectric layer 24 is important, and it is desirable that an ingredient with a large refractive index, for example, a refractive index, forms the 3rd dielectric layer 24 with 2.3 or more ingredients. When there was the 3rd dielectric layer 24, as compared with the case where there is no it, it was also confirmed by count that permeability rises 5% to 10% in an absolute value.

[0046] Next, the thermal property that a dielectric layer is desirable is explained.

In order to form a good record mark in the 1st recording layer 18, it is important to miss promptly the heat generated in the 1st recording layer 18 in the direction of thickness, and to quench the 1st recording layer 18 by light absorption.

Therefore, it is desirable to use an ingredient with small thermal conductivity for the 1st dielectric layer 16 and 2nd dielectric layer 20 relatively. If an ingredient with large thermal conductivity is used, heat will become easy to escape to field inboard, and a quenching rate will fall relatively. It is desirable to, use an ingredient with large thermal conductivity for the 3rd dielectric layer 24 formed on the 1st reflecting layer 22 relatively on the other hand, in order to enlarge a quenching rate. The 1st, 2nd, and 3rd dielectric layers 16, 20, and 24 are formed using an ingredient with which are satisfied of the above-mentioned optical and thermal conditions. These dielectric layers can be formed with an oxide, a nitride, an oxidation nitride, a sulfide, carbide, and the mixture that combined these. As an oxide, In₂O₃, Nb₂O₅, SnO, TiO₂, MgO, ZnO, ZrO₂, TeO₂ and aluminum

2O₃, and SiO₂ or Ta₂O₅ can be used, for example. As a nitride, Si-N, aluminum-N, Ti-N, Ta-N, Zr-N, or germanium-N can be used, for example. As an oxidation nitride, aluminum-O-N or Si-O-N can be used, for example. As a sulfide, ZnS can be used, for example. As carbide, SiC can be used, for example. As mixture, ZnS-SiO₂ can be used, for example.

[0047] Also in these, ZnS-SiO₂ is suitable for the 1st dielectric layer 16 and 2nd dielectric layer 20. A refractive index is the transparent amorphous ingredient of about 2.3, the membrane formation rate of ZnS-SiO₂ is also quick, and it is excellent in a mechanical property and moisture resistance. Moreover, TeO₂, ZnO, Ta₂O₅, and an ingredient with larger refractive indexes, such as ZrO₂ or TiO₂, than 2.3 fit the 3rd dielectric layer 24.

[0048] The 1st volume phase 17 and 2nd volume phase 19 have the function to prevent that the matter moves between the 1st dielectric layer 16 and the 1st recording layer 18 and between the 1st recording layer 18 and the 2nd dielectric layer 20. Moreover, the 3rd volume phase 21 and 4th volume phase 23 prevent that the matter moves between the 2nd dielectric layer 20 and the 1st reflecting layer 22 and between the 1st reflecting layer 22 and the 3rd dielectric layer 24. For example, when the dielectric layer which consists of ZnS-SiO₂ is used, the sulfur in a dielectric layer prevents being spread in the 1st recording layer 18 and 1st reflecting layer 22. Although these volume phases can be omitted, when

using the dielectric layer which consists of a sulfide, it is desirable to form a volume phase. In order to enlarge the permeability of the 1st information layer 13, the direction with possible few volume phases is desirable.

[0049] Nitrides, such as Si-N, aluminum-N, Zr-N, Ti-N, germanium-N, and Ta-N, or the nitriding oxide containing these can be used for the ingredient of these volume phases. Moreover, carbide, such as C or SiC, can also be used. Also in these, the ingredient containing germanium-N can be easily formed by reactive sputtering, and is excellent also in a mechanical property and moisture resistance. If the thickness of these volume phases is thick, since the 1st reflection factor and absorption coefficient of the information layer 13 will change a lot, the thickness of these volume phases has desirable within the limits of 1nm - 10nm (preferably 3nm - 7nm).

[0050] The 1st recording layer 18 consists of a phase change ingredient which produces a phase transformation reversibly between a crystal phase and an amorphous phase by the exposure of a laser beam. Specifically, the 1st recording layer 18 contains germanium, Sn, and Sb and Te. The ingredient which more specifically permuted some germanium of the ingredient expressed with GeASbBTe_{3+A} by Sn, i.e., the ingredient by which an empirical formula is expressed with $\text{ASbBTe}(\text{germanium-Sn})_{3+A}$ (however, $2 \leq A \leq 22$, $2 \leq B \leq 4$), can be used. This empirical formula shows % $[100 \cdot A / (2A + B + 3) / \text{atomic}]$ That

germanium and Sn are contained in total in the 1st recording layer 18. In order to obtain the information record medium excellent in the repeat record engine performance, as for A, it is more desirable to fill $2 \leq A \leq 10$. The thickness of the 1st recording layer 18 is 9nm or less, and is within the limits of 3nm - 9nm preferably.

[0051] GeTe-Sb₂Te₃ -- pseudo--- duality -- although the system presentation is used from the former as an ingredient with a quick crystallization rate, it can make a crystallization rate still quicker further by making SnTe or PbTe dissolve to this. SnTe and PbTe -- GeTe-Sb₂Te₃ -- pseudo--- duality -- the crystal structure is a rock salt mold like a system. Moreover, SnTe and PbTe have a quick crystallization rate, and tend to dissolve with germanium-Sb-Te. this invention persons -- SnTe -- GeTe-Sb₂Te₃ -- pseudo--- duality -- it found out that it was desirable as an ingredient which makes a system presentation dissolve. By using this ingredient, a smaller record mark is recordable on a recording layer at a small laser beam spot with shorter spacing. In addition, it is also useful to add PbTe instead of SnTe. In this case, the desirable amount of Pb is the same as the amount of desirable Sn.

[0052] it explained above -- as -- GeTe-Sb₂Te₃ -- pseudo--- duality -- GeTe-SnTe-Sb₂Te₃ which mixed SnTe can be used for a system presentation as an ingredient of the 1st recording layer 18. In this case, some germanium is

permuted by Sn (germanium-Sn), it serves as $\text{Te-Sb}_2\text{Te}_3$, and a crystallization rate becomes large. Furthermore, by adding superfluous Sb to $\text{Te-Sb(germanium-Sn)}_2\text{Te}_3$, and being referred to as $\text{Te-Sb(germanium-Sn)}_2\text{Te}_3\text{-Sb}$, while enlarging a crystallization rate, crystallization temperature can be raised, consequently the thermal stability of a record mark can be raised. furthermore, superfluous Sb is amorphous, without going into a crystal lattice -- since it is set to Sb, it also has the function which controls migration of the matter at the time of repeat record.

[0053] When an empirical formula uses the ingredient expressed with $\text{ASbBTe(germanium-Sn)}_{3+A}$, signal amplitude sufficient in the wavelength region of a purple-blue color is obtained by being referred to as $2 \leq A$. Moreover, the rise of the melting point and the fall of a crystallization rate can be prevented by being referred to as $A \leq 22$. Moreover, the information record medium excellent in the repeat recording characteristic is obtained by being referred to as $2 \leq A \leq 10$.

[0054] Next, when an empirical formula uses the ingredient expressed with $\text{ASbBTe(germanium-Sn)}_{3+A}$, the content of Sn contained in an ingredient is explained. As for the content Y of Sn contained in the 1st recording layer 18 (atomic %), in the case of $A=B=2$, it is desirable to fill $0 < Y \leq 11$. Moreover, in the case of $B=4$, it is desirable that it is $0 < Y \leq 15$ at $A=2$. Moreover, in the case of

B= 2, it is desirable that it is $0 < Y \leq 22$ at A= 22. Moreover, in the case of B= 4, it is desirable that it is $0 < Y \leq 25$ at A= 22. Therefore, as for the content of Sn in the above-mentioned ingredient, it is desirable that it is below 25 atom %. If there is too much Sn concentration, the refractive-index change between the crystal phase of the 1st recording layer 18 and an amorphous phase may become small, and a recording characteristic may fall.

[0055] The desirable presentation range of the 1st recording layer 18 is explained referring to drawing 2 . Drawing 2 consists of a coordinate of the concentration (atomic %) of (germanium-Sn), the concentration (atomic %) of Sb, and the concentration (atomic %) of Te. Point a is [(germanium-Sn) Sb, Te] (it displays in this order hereafter) = (50, 0, 50), and shows Te (germanium-Sn). Coordinates are (0, 40, 60) and Point b shows Sb₂Te₃. Therefore, line a-b shows the presentation of ASb(germanium-Sn)₂Te₃+A. Points c are (0, 57.1, and 42.9), and show Sb₄Te₃. Therefore, line a-c shows the presentation of ASb(germanium-Sn)₄Te₃+A. Point d -- a coordinate -- (-- it is 44.9, 4.1, and 51.0), and A= 22 shows the presentation of B= 2. Coordinates are (40, 8, 52) and Point e shows the presentation of B= 2 by A= 10. Point f -- a coordinate -- (-- it is 22.2, 22.2, and 55.6), and A= 2 shows the presentation of B= 2. Point g -- a coordinate -- (-- it is 18.2, 36.4, and 45.4), and A= 2 shows the presentation of B= 4. Coordinates are (37, 14.8, and 48.2), and Point h shows the presentation

of $B = 4$ by $A = 10$. Point j -- a coordinate -- (-- it is 43.1, 7.8, and 49.1), and $A = 22$ shows the presentation of $B = 4$. Therefore, the range surrounded by d-f-g-j shows the presentation of $2 \leq B \leq 4$ by $2 \leq A \leq 22$. The range surrounded by e-f-g-h shows the presentation of $2 \leq B \leq 4$ by $2 \leq A \leq 10$. Line d-f shows the presentation of $B = 2$ by $2 \leq A \leq 22$. Line e-f shows the presentation of $B = 2$ by $2 \leq A \leq 10$.

[0056] Even when the 1st recording layer 18 whose thickness is 6nm was formed using the ingredient expressed with empirical formula (germanium-Sn) $ASbBTe_3 + A$ and the laser beam of the short wavelength of 390nm - 430nm was used by choosing the concentration of A, B, and Sn, the good record elimination engine performance was obtained.

[0057] In addition, the ingredient which added other elements to $ASbBTe(\text{germanium-Sn})_3 + A$ as an ingredient of the 1st recording layer 18 may be used. Such an ingredient is expressed with $[(\text{germanium-Sn}) ASbBTe_3 + \text{empirical formula A}] 100\text{-CMC}$ (however, $0 < C \leq 20$). Nitrogen and at least one element chosen from the group which consists of Ag, aluminum, Cr, Mn, Ti, V, Zr, Nb, Mo, Pd, Cu, Au, nickel, Pt, Zn, In, Ga, aluminum, Si, Se, Bi, W, Ta, Hf, La, Ce, Nd, Sm, Gd, Tb, and Dy can be used for Element M. Also in this case, a crystallization rate can be optimized by changing Sn concentration.

[0058] Optically, the 1st reflecting layer 22 has the work which increases the

quantity of light absorbed by the 1st recording layer 18, diffuses promptly thermally the heat generated in the 1st recording layer 18, and has the work of making the 1st recording layer 18 easy to make it amorphous. Moreover, the 1st reflecting layer 22 also has the work which protects multilayers from an operating environment. As an ingredient of the 1st reflecting layer 22, a simple substance metal with high thermal conductivity, such as aluminum, Au, Ag, or Cu, can be used, for example. Moreover, these metals can be used as a principal component and the alloy ingredient which added other one or more elements for damp-proof improvement or adjustment of thermal conductivity can also be used. Specifically, alloys, such as aluminum-Cr, aluminum-Ti, Au-Pd, Au-Cr, Ag-Pd, Ag-Pd-Cu, Ag-Pd-Ti, or Cu-Si, can also be used. Each of these alloys is ingredients with high corrosion resistance and thermal conductivity. Especially, Ag alloy has high thermal conductivity. Moreover, since the optical design which makes the rate of light absorption of itself small tends to carry out Ag alloy, it tends to distribute light to the transmitted light rather than the case where the ingredient of Au system or the ingredient of aluminum system is used. When the balance of the rate of light absorption of the 1st recording layer 18 and the transmission of the 1st information layer 13 is taken into consideration, the thickness of the 1st reflecting layer 22 has 5nm - desirable 15nm (preferably 8nm - 12nm). Sufficient heat dissipation function is obtained by setting thickness

to 5nm or more. Moreover, it can prevent that the permeability of the 1st information layer 13 becomes low too much by setting thickness to 15nm or less.

[0059] Next, the 2nd information layer 14 is explained. The 4th and 5th dielectric layers 25 and 29 have the function to protect the 2nd recording layer 27 from an environment. Moreover, by choosing these dielectric layer thickness and refractive indexes, the light absorption effectiveness of the 2nd recording layer 27 can be raised, and change of the amount of reflected lights before and behind record can be enlarged, and signal amplitude can be enlarged. These dielectric layers can be formed with the ingredient explaining the 1st, 2nd, and 3rd dielectric layers 16, 20, and 24. These dielectric layers may be formed with a different ingredient, and may be formed with the same ingredient.

[0060] The 5th volume phase 26 and 6th volume phase 28 prevent that the matter moves between the 4th dielectric layer 25 and the 2nd recording layer 27 and between the 2nd recording layer 27 and the 5th dielectric layer 29. The 7th volume phase 30 prevents that the matter moves between the 5th dielectric layer 29 and the 2nd reflecting layer 31. These volume phases can be formed with the same ingredient as the 1st and 2nd volume phases 17 and 19, and its same is said of desirable thickness.

[0061] Informational record, elimination, and playback are performed in the 2nd recording layer 27 by the laser beam 35 which penetrated the 1st information

layer 13. In order to perform playback of the information recorded on the 2nd recording layer 27 using the laser beam reflected by the 2nd information layer 14, it is desirable that the reflection factor of the 2nd information layer 14 is high.

[0062] The 2nd recording layer 27 consists of a phase change ingredient which produces a phase transformation reversibly between a crystal phase and an amorphous phase by the exposure of a laser beam. Specifically, ingredients, such as germanium-Sb-Te, germanium-Bi-Te, germanium-Sn-Te, In-Sb-Te, Sb-Te, germanium-Te, or Ag-In-Sb-Te, can be used. Or the ingredient which added at least one element chosen from the group which becomes these ingredients from Au, Ag, Cu, aluminum, Ga, Pd, Pt, nickel, Ce, Cr, Bi, Sn, Se, In, La, C, Si, Ti, Mo, W, Ta, Hf, Zr, Nb, and V can also be used. Or the ingredient which added nitrogen or oxygen further can also be used for these ingredients.

[0063] Moreover, the ingredient of the same germanium-Sn-Sb-Te system as the 1st recording layer 18 may be used as an ingredient of the 2nd recording layer 27. In this case, since the 2nd recording layer 27 is thicker than the 1st recording layer 18, there may be few contents of Sn than the 1st recording layer 18. When using the ingredient expressed with empirical formula (germanium-Sn) $ASbBTe_3+A$, it is desirable that it is $2 \leq B \leq 4$ in $2 \leq A \leq 10$. Since the laser beam which carries out incidence to the 2nd recording layer 27 is weak, it is [the 2nd recording layer 27] desirable to be formed with an ingredient with the low

melting point. In the case of $A = 15$, the melting point becomes high and record sensibility falls. As for the content Y of Sn (atomic %), in the case of $A = 2$, it is desirable that it is $0 < Y \leq 5$. Moreover, in the case of $A = 10$, it is desirable that it is $0 < Y \leq 15$.

[0064] If the 2nd recording layer 27 is too thin, the reflection factor of the 2nd information layer 14 will fall. Moreover, if the 2nd recording layer 27 is too thick, since it becomes easy to diffuse the heat generated in the 2nd recording layer 27 in the direction of a field, a small record mark will become is hard to be formed. Therefore, as for the thickness of the 2nd recording layer 27, it is desirable that it is 8nm - 15nm.

[0065] The 2nd reflecting layer 31 increases ***** absorbed by the 2nd recording layer 27. Moreover, the heat generated in the 2nd recording layer 27 is diffused promptly, and it has the function to make easy amorphous-ization of the 2nd recording layer 27. The 2nd reflecting layer 31 can be formed with the ingredient explained by the 1st reflecting layer 22. As for the thickness of the 2nd reflecting layer 31, it is desirable that it is within the limits of 30nm - 150nm (preferably 70nm - 90nm). If the 2nd reflecting layer 31 is thinner than 30nm, a thermal diffusion function will become small and it will be [amorphous] hard coming -izing [the 2nd recording layer 27]. Moreover, if the 2nd reflecting layer 31 is thicker than 150nm, a thermal diffusion function will become large too

much, and the record sensibility of the 2nd recording layer 27 will fall.

[0066] An interlayer 15 is formed in order to distinguish the focal location of the 1st recording layer 18, and the focal location of the 2nd recording layer 27. The groove for tracking control may be formed in the middle class 15. An interlayer 15 can form using a photo-setting resin or delayed effect resin. As for the middle class's 15 ingredient, in the wavelength λ of a laser beam 35, it is desirable that there is little light absorption. The middle class's 15 thickness is more than depth of focus ΔZ determined by the numerical aperture NA of the objective lens which condenses a laser beam 35, and wavelength λ of a laser beam 35 λ (nm). When making reinforcement of ***** into 80% in the case of non-aberration, depth of focus ΔZ can be approximated by the formula of $\Delta Z = \lambda / \{2(NA)^2\}$. It is set to $\Delta Z = 0.556$ micrometer at the time of $\lambda = 400$ nm and $NA = 0.6$. In this case, since less than **0.6 micrometers becomes in the depth of focus, an interlayer's 15 thickness must be 1 micrometers or more. As for an interlayer's 15 thickness, it is desirable to be referred to as 50 micrometers or less so that both the 1st recording layer 18 and the 2nd recording layer 27 can be made to condense a laser beam 35 on the other hand.

[0067] In addition, the information record medium shown in drawing 1 is an example. For example, the information record medium of this invention contains

information record-medium 10a shown in drawing 3 . moreover, in the information record medium of this invention, the ingredient of each dielectric layer, the ingredient of a field surface layer, and the ingredient of each reflecting layer may be the same, or may differ from each other, respectively.

[0068] (Operation gestalt 2) The operation gestalt 2 explains the manufacture approach of this invention for manufacturing an information record medium. In addition, the explanation which attaches the same sign and overlaps is omitted about the part explained with the operation gestalt 1, and the same part.

[0069] About information record-medium 10a manufactured by the manufacture approach of the operation gestalt 2, a sectional view is shown in drawing 3 . By this manufacture approach, the 2nd information layer 14 is first formed on the 2nd substrate 12 (process (a)). Below, the formation approach of the 2nd information layer 14 is explained.

[0070] First, the 2nd substrate 12 (1.1mm in for example, thickness) with which the groove for tracking control was formed is prepared, and this substrate is arranged in membrane formation equipment. And the 2nd reflecting layer 31, the 7th volume phase 30, the 5th dielectric layer 29, and the 6th volume phase 28 are formed in the side in which the groove of the 2nd substrate 12 was formed in order. The 2nd reflecting layer 31 can be formed by carrying out sputtering of the base material which consists of a metal in Ar gas ambient atmosphere. A field

surface layer and a dielectric layer can be formed by the sputtering method (for example, reactive-sputtering method). The mixed gas of Ar gas or Ar gas, and reactant gas can be used for sputtering gas.

[0071] Next, the 2nd recording layer 27 is formed. The 2nd recording layer 27 can be formed by the sputtering method. The base material (for example, germanium-Sb-Te alloy) according to the presentation of the 2nd recording layer 27 to form is used for a base material. In sputtering gas, they are Ar gas, Kr gas, Ar gas, and reactant gas (it is at least one gas chosen from N₂ or O₂). Hereafter, it is the same. The mixed gas of mixed gas or Kr gas, and reactant gas can be used.

[0072] Next, the 5th volume phase 26 and 4th dielectric layer 25 are formed in order. These layers can be formed by the approach mentioned above. The initialization process which crystallizes the 2nd recording layer 27 after formation of the 4th dielectric layer 25 if needed may be performed.

[0073] Next, an interlayer 15 is formed on the 2nd information layer 14 (process (b)). As shown in drawing 3, this operation gestalt explains the case where the groove for tracking control is formed in the front face by the side of the middle class's 15 1st substrate 11. First, the ultraviolet-rays hardenability resin before hardening used as an interlayer's 15 ingredient is applied on the 4th dielectric layer 25. Ultraviolet-rays hardenability resin can be applied with a spin coat

method. Next, the transparent substrate (for example, polycarbonate substrate) with which the configuration of the groove for tracking control was imprinted is prepared. And after sticking the field in which the groove of this substrate was formed to resin, ultraviolet rays are irradiated, ultraviolet-rays hardenability resin is stiffened, and a groove is imprinted. Then, the interlayer 15 in whom the groove for tracking control was formed can be formed by exfoliating a substrate.

[0074] Next, the 1st information layer 13 is formed on an interlayer 15 (process (c)). Below, the formation approach of the 1st information layer 13 is explained.

[0075] First, the 3rd dielectric layer 24, the 4th volume phase 23, the 1st reflecting layer 22, the 3rd volume phase 21, the 2nd dielectric layer 20, and the 2nd volume phase 19 are formed in order on an interlayer 15. These layers can be formed by the approach explained in the 2nd information layer 14.

[0076] Next, the 1st recording layer 18 is formed on the 2nd volume phase 19. The presentation of the 1st recording layer 18 is the same as that of what was explained with the operation gestalt 1. The 1st recording layer 18 is formed so that thickness may be set to 9nm or less using the base material containing germanium, Sn, and Sb and Te. Specifically, it can form by carrying out sputtering of the base material of a germanium-Sn-Sb-Te alloy. Moreover, it can form also by carrying out sputtering of the four base materials, germanium, Sn, Sb, and Te, to coincidence using four power sources. Moreover, the base

material which consists of a compound which contains plurality among germanium, Sn, Sb, and Te may be used. The mixed gas of Ar gas, Kr gas, Ar gas, and reactant gas or the mixed gas of Kr gas and reactant gas can be used for sputtering gas. As for the 1st recording layer 18, it is desirable to form at the membrane formation rate within the limits of 0.1nm/second - 10nm/second. A membrane formation rate is controllable by the power impressed to an electrode. By carrying out a membrane formation rate in 0.1nm/second or more, it can prevent that sputtering gas mixes in a recording layer superfluously. Moreover, control of record layer thickness becomes easy by carrying out a membrane formation rate in 10nm/second or less.

[0077] If the presentation except reactant gas constituents is $\text{ASbBTe}(\text{germanium-Sn})_{3+A}$ about the 1st recording layer 18 which according to the above-mentioned approach did not depend on a presentation or configuration of a base material, but was formed, the especially excellent information record medium will be obtained.

[0078] Next, the 1st volume phase 17 and 1st dielectric layer 16 are formed in order on the 1st recording layer 18. These can be formed by the approach mentioned above. After forming the 1st dielectric layer 16, a laser beam is irradiated at the 1st recording layer 18, and the initialization process which crystallizes the 1st whole recording layer 18 may be performed.

[0079] Then, the 1st substrate 11 is pasted up on the 1st information layer 13 (process (d)). First, the resin before hardening is applied on the 1st dielectric layer 16. Ultraviolet-rays hardenability resin and electron ray hardenability resin can be used for resin. Resin can be applied with a spin coat method etc. This resin serves as a glue line 36 by hardening. As for the thickness of a glue line 36, it is desirable that it is within the limits of 5 micrometers - 40 micrometers. Then, the 1st substrate 11 is stuck on the resin before hardening, and resin is stiffened by irradiating ultraviolet rays and an electron ray. Thus, the 1st dielectric layer 16 and 1st substrate 11 are pasted up by the glue line 36. In addition, delayed effect resin may be used as an ingredient of a glue line 36. Moreover, the rebound ace court layer for preventing a blemish may be formed on the 1st substrate 11. A rebound ace court layer can be formed for example, with ultraviolet-rays hardenability resin.

[0080] Thus, the information record medium explained with the operation gestalt 1 can be manufactured. In addition, the information record medium explained with the operation gestalt 1 can be manufactured by other approaches. For example, the 1st information layer 13 may be formed on the 1st substrate 11, the 2nd information layer 14 may be formed on the 2nd substrate 12, and these may be stuck and united through an interlayer 15. About each class, it can form by the approach mentioned above.

[0081] (Operation gestalt 3) The operation gestalt 3 explains the record playback approach of the information record medium of this invention.

[0082] An example is shown in drawing 4 about the record regenerative apparatus used for the record playback approach of this invention. The record regenerative apparatus 40 is equipped with the spindle motor 41 and the optical head 42 which rotate the information record medium 10 with reference to drawing 4 . The optical head 42 is equipped with the semiconductor laser 44 which carries out outgoing radiation of the laser beam 43, the objective lens 45 which condenses a laser beam 43, and the photodiode (not shown) which detects the laser beam 43 reflected by the information record medium 10.

[0083] The information record medium 10 is an information record medium of this invention explained with the operation gestalt 1. The wavelength of a laser beam 43 is within the limits of 390nm - 430nm. The numerical aperture of an objective lens 45 is within the limits of 0.4-1.1.

[0084] It is desirable by rotating the information record medium 10 by the record playback approach of the operation gestalt 3, so that it may become the linear velocity within the limits of 1m/second - 50m/second to perform informational record, playback, and elimination.

[0085] When the information record medium 10 is equipped with the groove for tracking control, information may be recorded only on the part of groove 11a,

and may be recorded only on the part of land 11b (refer to drawing 1). Moreover, information may be recorded on both groove 11a and land 11b. For example, when the groove is formed in both the 1st information layer 13 and the 2nd information layer 14, any of groove record / groove record, groove record / land record, land record / groove record, or land record / land record are sufficient as information record in the 1st information layer 13/the 2nd information layer 14.

[0086] Information is recorded by making the peak power P_p of the higher one (mW), and the bias power P_b of the lower one (mW) modulate the laser beam 43 to irradiate. An amorphous phase is formed of the exposure of the laser beam of P_p , and this serves as a record mark by it. Between record marks, a crystal phase is formed of the exposure of the laser beam of P_b .

[0087] In case record playback of the 1st information layer 13 is carried out, a focus is doubled with the 1st recording layer 18, and a laser beam 43 is irradiated. Informational playback is performed by detecting the laser beam 43 reflected from the 1st recording layer 18. In case record playback of the 2nd information layer 14 is carried out, a focus is doubled with the 2nd recording layer 27, and a laser beam 43 is irradiated. It is reflected by the 2nd recording layer 27 and informational playback is performed by detecting the laser beam 43 which has penetrated the middle class 15 and the 1st information layer 13.

[0088]

[Example] Next, this invention is explained to a detail using an example.

[0089] (Example 1) The example 1 estimated the relation between the ingredient of a recording layer, and a property. First, the sample 50 shown in drawing 5 was produced. The sample 50 of drawing 5 is equipped with 1st information layer 13a formed on the 1st substrate 51. 1st information layer 13a is pasted up on the dummy substrate 53 by the glue line 52. Below, the production approach of a sample 50 is explained.

[0090] First, the 12mmx18mm polycarbonate substrate (thickness: 0.6mm) was prepared as a substrate 51. On a substrate 51, and the 1st dielectric layer 16 (thickness: 90nm), the 1st volume phase 17 (thickness: 3nm), The 1st recording layer 18, the 2nd volume phase 19 (thickness: 3nm), the 2nd dielectric layer 20 (thickness: 36nm), the 3rd volume phase 21 (thickness: 3nm), and the 1st reflecting layer 22 (thickness: 10nm) were formed by the sputtering method in order.

[0091] In the example 1, ZnS-SiO₂ (SiO₂:20mol%) was used for each dielectric layer, germanium-N was used for the field surface layer, and Ag alloy was used for the 1st reflecting layer 22. Moreover, the 1st recording layer 18 was formed with the ingredient (the content of germanium and Sn is 30.8 atoms % in total) expressed with empirical formula (germanium-Sn) 4Sb₂Te₇. The 1st recording layer 18 did not perform initialization, but was considered as as [amorphous

state]. In the example 1, the content Y (atomic %) of the contents X (atomic %) and Sn of germanium in the 1st recording layer 18 was changed, and two or more samples were produced.

[0092] The thickness of the 1st recording layer 18 was changed within the limits of 3nm - 12nm. The count based on a matrix method determined the thickness of the 1st and 2nd dielectric layers 16 and 20 so that it might become large greatly reflection factor changing [of the 1st recording layer 18 in the wavelength of 405nm] the rate of light absorption of the 1st recording layer 18.

[0093] Each dielectric layer was formed by carrying out RF sputtering (power: 400W) of the base material (6mm in the diameter of 100mm, thickness) of ZnS-SiO₂ in Ar ambient atmosphere. The field surface layer was formed by carrying out RF sputtering (power: 300W) of the base material (6mm in the diameter of 100mm, thickness) of germanium in the mixed-gas ambient atmosphere of Ar gas and nitrogen gas. The 1st recording layer 18 was formed by carrying out DC sputtering (power: 50W) of the base material (6mm in the diameter of 100mm, thickness) of a germanium-Sn-Sb-Te alloy in Ar gas ambient atmosphere. The membrane formation rate of the 1st recording layer 18 was 0.5nm/second. The 1st reflecting layer 22 was formed by carrying out DC sputtering (power: 200W) of the base material (6mm in the diameter of 100mm, thickness) of a silver alloy.

[0094] Next, on the 1st reflecting layer 22, the ultraviolet-rays hardenability resin used as a glue line 52 is applied, the dummy substrate 53 was stuck, resin was stiffened, and the 1st reflecting layer 22 and dummy substrate 53 were pasted up by the glue line 52. Initialization was not performed but the 1st recording layer 18 was considered as as [the amorphous phase after membrane formation (as-depo amorphous phase)]. Thus, two or more samples 50 were produced.

[0095] Thus, about the produced sample, it evaluated using the evaluation equipment shown in drawing 6 . The evaluation equipment of drawing 6 is equipped with a stage 61 and the optical head 62. The semiconductor laser 64 to which the optical head 62 carries out outgoing radiation of the laser beam 63 with a wavelength of 405nm, and numerical aperture are equipped with the objective lens 65 of 0.65.

[0096] Next, the evaluation approach of a sample is explained. First, the sample 50 was fixed to the stage 61. And the pulse laser for 500ns was irradiated by 3.5mW, and the 1st recording layer 18 was changed from the as-depo amorphous phase to the sample 50 at the crystal phase. Next, the pulse laser for 40ns was irradiated by 7mW, the 1st recording layer 18 was once melted to the sample 50 from the crystal phase, and the amorphous phase was changed to it. Then, irradiation time irradiated the 3mW pulse laser within the limits of 10ns - 500ns, and time amount required to change an amorphous phase to a crystal

phase was measured. In addition, it determined with the reflection factor whether the phase change arose. A measurement result is shown in Table 1.

[0097]

[Table 1]

サンプル番号	Ge量 (原子%)	Sn量 (原子%)	記録層の 厚さ(nm)	結晶化時間 (ns)
1-1	30.8	0	3	500<
1-2			4	500
1-3			5	200
1-4			6	90
1-5			7	65
1-6			8	50
1-7			9	40
1-8			10	30
1-9			11	30
1-10			12	30
1-11	25.8	5	3	500<
1-12			4	400
1-13			5	150
1-14			6	70
1-15			7	50
1-16			8	30
1-17			9	30
1-18			10	30
1-19			11	30
1-20			12	30
1-21	20.8	10	3	400
1-22			4	200
1-23			5	80
1-24			6	50
1-25			7	40
1-26			8	30
1-27			9	20
1-28			10	20
1-29			11	20
1-30			12	20
1-31	15.8	15	3	300
1-32			4	100
1-33			5	60
1-34			6	20
1-35			7	20
1-36			8	20
1-37			9	20
1-38			10	20
1-39			11	20
1-40			12	20
1-41	10.8	20	3	200
1-42			4	60
1-43			5	30
1-44			6	15
1-45			7	15
1-46			8	15
1-47			9	15
1-48			10	15
1-49			11	15
1-50			12	15

[0098] Crystallization time amount is the irradiation time of the laser needed for changing an amorphous phase to a crystal phase among Table 1. The crystallization rate of the 1st recording layer 18 is so quick that this crystallization time amount is short.

[0099] There was an inclination for crystallization time amount to become short, so that the concentration of Sn became high, as shown in Table 1. Moreover, the inclination became large, so that the recording layer became thin. Thus, even if it was the case that a recording layer was thin, crystallization time amount was able to be shortened by adding Sn to germanium-Sb-Te.

[0100] (Example 2) In the example 2, the 1st information layer 13 shown in drawing 1 was produced, and the permeability was measured.

[0101] First, the polycarbonate substrate with a thickness of 0.1mm was prepared for the diameter of 120mm as the 1st substrate 11. On this substrate, and the 1st dielectric layer 16 (thickness: 110nm), The 1st volume phase 17 (thickness: 3nm), the 1st recording layer 18, the 2nd volume phase 19 (thickness: 3nm), The 2nd dielectric layer 20 (thickness: 22nm), the 3rd volume phase 21 (thickness: 3nm), the 1st reflecting layer 22 (thickness: 10nm), the 4th volume phase 23 (thickness: 3nm), and the 3rd dielectric layer 24 (thickness: 17nm) were formed by the sputtering method in order. The thickness of the 1st

recording layer 18 was changed within the limits of 3nm - 12nm. The count based on a matrix method determined the thickness of the 1st and 2nd dielectric layers 16 and 20 so that it might become large greatly reflection factor changing [of the 1st recording layer 18 in the wavelength of 405nm] the rate of light absorption of the 1st recording layer 18. Moreover, the permeability of the 1st information layer 13 determined that the thickness of the 3rd dielectric layer 24 will become high, without affecting record and the reproducing characteristics of the 1st information layer 13.

[0102] germanium-N was used for the field surface layer like the example 1. ZnS-SiO₂ (SiO₂:20mol%) was used for each dielectric layer like the example 1. The ingredient expressed with empirical formula (germanium-Sn) 4Sb₂Te₇ (germanium:20.8 atom %, Sn:10 atom %) was used for the 1st recording layer 18.

[0103] Thus, the 1st obtained information layer 13 was stuck and united with the dummy substrate using ultraviolet-rays hardenability resin. Thus, the sample for transmissometry was obtained.

[0104] About these samples, the permeability Ta in case the 1st recording layer 18 is an amorphous phase was measured. Then, the 1st recording layer 18 was crystallized and permeability Tc was measured. Permeability measured the value in the wavelength of 405nm with the spectroscopy. A measurement result

is shown in Table 2.

[0105]

[Table 2]

サンプル 番号	Ge量 (原子%)	Sn量 (原子%)	記録層の 厚さ(nm)	Ta (%)	Tc (%)	(Tc+Ta)/2 (%)
2-1	20.8	10	3	58	64	61
2-2			4	54	60	57
2-3			5	50	56	53
2-4			6	47	53	50
2-5			7	44	50	47
2-6			8	40	46	43
2-7			9	37	43	40
2-8			10	34	40	37
2-9			11	31	37	34
2-10			12	27	33	30

[0106] In order to carry out incidence of the laser beam of sufficient amount for the 2nd information layer 14, it is desirable that the permeability of the 1st information layer 13 fills $40 \leq (Tc+Ta) / 2$. By setting thickness of the 1st recording layer 18 to 9nm or less, this condition can be fulfilled and $50 \leq (Tc+Ta) / 2$ can be filled by being referred to as 6nm or less so that clearly from Table 2. Therefore, the thickness of the 1st recording layer 18 has desirable 9nm or less.

[0107] (Example 3) In the example 3, the information record medium 10 shown in drawing 1 was manufactured, and it investigated about the relation between a presentation and thickness of the 1st recording layer 18, and a property.

[0108] First, the polycarbonate substrate with a thickness of 0.1mm was prepared for the diameter of 120mm as the 1st substrate 11. On this substrate, and the 1st dielectric layer 16 (thickness: 45nm), the 1st volume phase 17 (thickness: 3nm), The 1st recording layer 18, the 2nd volume phase 19 (thickness: 3nm), the 2nd dielectric layer 20 (thickness: 11nm), The 3rd volume phase 21 (thickness: 3nm), the 1st reflecting layer 22 (thickness: 10nm), the 4th volume phase 23 (thickness: 3nm), and the 3rd dielectric layer 24 (thickness: 23nm) were formed by the sputtering method in order. The thickness of the 1st recording layer 18 was changed within the limits of 3nm - 9nm.

[0109] About the volume phase and the dielectric layer, it formed with the same ingredient as the sample of an example 2, respectively. The 1st recording layer 18 changed the content of Sn in the range of 0 - 20 atom % using the ingredient expressed with empirical formula (germanium-Sn) $4\text{Sb}_2\text{Te}_7$. Each class was produced by the same approach as an example 1.

[0110] Next, the polycarbonate substrate with a thickness of 1.1mm was prepared for the diameter of 120mm as the 2nd substrate 12. On this substrate, and the 2nd reflecting layer 31 (thickness: 80nm), the 7th volume phase 30 (thickness: 3nm), The 5th dielectric layer 29 (thickness: 11nm), the 6th volume phase 28 (thickness: 3nm), the 2nd recording layer 27 (thickness: 12nm), the 5th volume phase 26 (thickness: 3nm), and the 4th dielectric layer 25 (thickness:

65nm) were formed by the sputtering method. The count based on a matrix method determined each dielectric layer thickness so that record and the reproducing characteristics of the 2nd recording layer 27 might become good.

[0111] Ag alloy was used for the 2nd reflecting layer 31. germanium-N was used for the field surface layer. ZnS-SiO₂ (SiO₂:20mol%) was used for each dielectric layer. The ingredient expressed with empirical formula germanium₄Sb₂Te₇ was used for the 2nd recording layer 27. The dielectric layer, the volume phase, and the reflecting layer were formed by the approach explained in the example 1, respectively. The 2nd recording layer 27 was formed by carrying out DC sputtering (power: 100W) of the base material of a germanium-Sb-Te alloy in the mixed-gas ambient atmosphere of Ar gas and N₂ gas.

[0112] Next, the 1st recording layer 18 and 2nd recording layer 27 were initialized namely, crystallized, respectively. Then, the 1st information layer 13 and the 2nd information layer 14 were pasted up using ultraviolet-rays hardenability resin. Thus, two or more samples from which a presentation and thickness of the 1st recording layer 18 differ were produced.

[0113] Thus, about the obtained sample, the rate of elimination of a record mark and CNR (Carrier to Noise Ratio) were measured. The record regenerative apparatus shown in drawing 4 was used for this measurement. Specifically, numerical aperture used the objective lens of 0.85 using the laser beam whose

wavelength is 405nm. Linear velocity of the rate of elimination and the information record medium 10 at the time of CNR measurement was made into 8.6 m/s. The signal was recorded on the land part (refer to land 11 of drawing 1 b). A measurement result is shown in Table 3.

[0114]

[Table 3]

サンプル 番号	Ge量 (原子%)	Sn量 (原子%)	記録層の 厚さ(nm)	消去率 (dB)	CNR (dB)
3-1	30.8	0	3	0	20
3-2			4	0	30
3-3			5	5	37
3-4			6	10	44
3-5			7	15	46
3-6			8	20	46
3-7			9	25	46
3-8	25.8	5	3	0	25
3-9			4	5	35
3-10			5	10	40
3-11			6	15	46
3-12			7	20	50
3-13			8	25	50
3-14			9	30	50
3-15	20.8	10	3	20	40
3-16			4	25	47
3-17			5	30	52
3-18			6	34	52
3-19			7	34	52
3-20			8	35	52
3-21			9	35	52
3-22	15.8	15	3	23	43
3-23			4	25	48
3-24			5	30	52
3-25			6	36	52
3-26			7	36	52
3-27			8	36	52
3-28			9	36	52
3-29	10.8	20	3	25	37
3-30			4	30	43
3-31			5	35	48
3-32			6	38	45
3-33			7	38	45
3-34			8	38	45
3-35			9	38	45

[0115] It is desirable that the rate of elimination is 20dB or more in an information record medium, and it is more desirable that it is 30dB or more. Moreover, as for CNR, it is desirable that it is 40dB or more, and it is more desirable that it is 50dB or more.

[0116] As shown in Table 3, with both the samples 3-1 to 3-7 that have not added Sn, the rate of elimination and CNR were especially low, and when thickness was 6nm or less, the rate of elimination was 10dB or less. When Sn was added, the rate of elimination improved, and with the sample 3-18 using the 1st recording layer 18 in which thickness contains Sn of 10 atom % by 6nm, the good result of [rate / of elimination] 52dB in CNR was obtained by 34dB.

[0117] the result of an example 3 -- the content Y (atomic %) of the contents X (atomic %) and Sn of germanium -- about -- when $X / 5 \leq Y \leq \text{about } 2 X$ was filled, the good record elimination property was acquired. When [both] the about $X/2 \leq Y \leq \text{abbreviation } X$ was filled especially, the property excellent in the rate of elimination and CNR was shown.

[0118] In addition, the result of an example 3 is a result in case the linear velocity of an information record medium is 8.6 m/s, and if linear velocity is made late, the rate of elimination and CNR will become high.

[0119] In addition, information record-medium 10a was produced by the

manufacture approach of the operation gestalt 2, and the same result as the place which carried out this example was obtained (the same was said of the following examples 5, 6, 7, 8, 10, and 11).

[0120] (Example 4) In the example 4, except for the 1st recording layers 18 differing, the same sample as an example 1 was produced, and the same evaluation as an example 1 was performed.

[0121] In the example 4, thickness of the 1st recording layer 18 was set to 6nm, and the ingredient expressed with empirical formula (germanium-Sn) $\text{ASb}_2\text{Te}_3+\text{A}$ was used. And two or more samples to which the value of A was changed were produced, and the relation between a presentation and crystallization time amount was evaluated. The content Y of Sn (atomic %) was made into the abbreviation one half of the content X of germanium (atomic %).

The measurement result of crystallization time amount is shown in Table 4.

[0122]

[Table 4]

サンプル 番号	Ge+Sn量 (原子%)	Sn量 (原子%)	A	結晶化時間 (ns)
4-1	14.3	5	1	10
4-2	22.2	7	2	30
4-3	30.8	10	4	50
4-4	35.3	12	6	60
4-5	38.1	13	8	70
4-6	40.0	13	10	80
4-7	42.4	14	14	90
4-8	44.9	15	22	100
4-9	47.3	16	44	110

[0123] When the value of A was enlarged so that clearly from Table 4, it turned out that there is an inclination for crystallization time amount to become long.

[0124] (Example 5) In the example 5, except for the 1st recording layers 18 differing, the same sample as an example 3 was produced, and CNR and the rate of elimination were measured by the same approach as an example 3. The 1st recording layer 18 set thickness to 6nm, and formed it using the ingredient expressed with empirical formula (germanium-Sn) ASb₂Te₃+A. And two or more samples to which the value of A was changed were produced. The content Y of Sn (atomic %) was made into the abbreviation one half of the content X of germanium (atomic %). A measurement result is shown in Table 5.

[0125]

[Table 5]

サンプル 番号	Ge+Sn量 (原子%)	Sn量 (原子%)	A	消去率 (dB)	CNR (dB)
5-1	14.3	5	1	30	35
5-2	22.2	7	2	34	40
5-3 (3-18)	30.8	10	4	34	52
5-4	35.3	12	6	32	53
5-5	38.1	13	8	30	54
5-6	40.0	13	10	22	55
5-7	42.4	14	14	16	55
5-8	44.9	15	22	14	56
5-9	47.3	16	44	10	57

[0126] As shown in Table 5, when the value of A was small, CNR became low, and when the value of A was large, there was an inclination for the rate of elimination to fall. This inclination is in agreement with the result of an example 4. When the recording layer of an example 5 is used, it is desirable that A fills $2 \leq A \leq 10$.

[0127] (Example 6) In the example 6, except for the 1st recording layers 18 differing, the same sample as an example 3 was produced, and CNR and the rate of elimination were measured by the same approach as an example 3. The 1st recording layer 18 set thickness to 6nm, and formed it using the ingredient expressed with empirical formula (germanium-Sn) ASb_2Te_3+A . And two or more samples to which the value of A was changed were produced. Differing in the example 5, the content Y of Sn (atomic %) presupposed that it is almost the

same as the content X of germanium (atomic %). A measurement result is shown in Table 6.

[0128]

[Table 6]

サンプル 番号	Ge+Sn量 (原子%)	Sn量 (原子%)	A	消去率 (dB)	CNR (dB)
6-1	14.3	7	1	30	37
6-2	22.2	11	2	34	42
6-3 (3-25)	30.8	15	4	36	52
6-4	35.3	17	6	36	53
6-5	38.1	19	8	34	54
6-6	40.0	20	10	30	54
6-7	42.4	21	14	26	54
6-8	44.9	22	22	20	53
6-9	47.3	23	44	16	53

[0129] When the recording layer of an example 6 is used so that clearly from Table 6, it is desirable that A fills $2 \leq A \leq 22$.

[0130] (Example 7) In the example 7, the same sample as an example 3 was produced except for the 1st recording layers 18 differing. The 1st recording layer 18 set thickness to 6nm, and formed it with the ingredient expressed with empirical formula (germanium-Sn) 22SbBT_{25} . In the example 7, two or more samples which changed the value of B were produced.

[0131] About these samples, the count of a cycle life (it may be hereafter called

the record cycle engine performance) and record-keeping nature were evaluated using the equipment of drawing 5 . The count of a cycle life repeated and recorded 3T signal and the random signal, and made them the count until 3T signal falls by 3dB. Temperature left the sample which recorded 3T signal under the environment where relative humidity is 20%, at 90 degrees C for 100 hours, and record-keeping nature measured and evaluated the fall of the amplitude of 3T signal. An evaluation result is shown in Table 7.

[0132]

[Table 7]

サンプル 番号	Sn量 (原子%)	B	サイクル性能	記録保存性
7-1	10	2.0	C1	B2
7-2		2.5	B1	A2
7-3		3.0	B1	A2
7-4		3.5	D1	E2
7-5		4.0	D1	E2
7-6		4.5	D1	E2
7-7		5.0	D1	E2
7-8	15	2.0	C1	B2
7-9		2.5	B1	B2
7-10		3.0	B1	A2
7-11		3.5	A1	A2
7-12		4.0	D1	E2
7-13		4.5	D1	E2
7-14		5.0	D1	E2
7-15	20	2.0	C1	C2
7-16		2.5	B1	B2
7-17		3.0	B1	B2
7-18		3.5	A1	A2
7-19		4.0	A1	A2
7-20		4.5	D1	E2
7-21		5.0	D1	E2
7-22	25	2.0	C1	C2
7-23		2.5	B1	C2
7-24		3.0	B1	B2
7-25		3.5	A1	A2
7-26		4.0	A1	A2
7-27		4.5	D1	E2
7-28		5.0	D1	E2
7-29	30	2.0	D1	D2
7-30		2.5	D1	D2
7-31		3.0	D1	D2
7-32		3.5	D1	D2
7-33		4.0	D1	D2
7-34		4.5	D1	D2
7-35		5.0	D1	D2

[0133] A1-D1 show the count of a cycle life among Table 7. Specifically, it is D $1 < 1000$, $1000 \leq C$ $1 < 5000$, $5000 \leq B$ $1 < 10000$, and $10000 \leq A$ 1. Moreover, A2-E2 show the amount of falls of the amplitude of 3T signal. Specifically, they are $3 \text{ dB} \leq D$ 2, $2 < 3 \text{ dB}$ of $1 \text{ dB} \leq C$, $0 \text{ dB} < B$ -2 $< 1 \text{ dB}$, and A 2=0dB. Moreover, E2 has a slow crystallization rate and it is shown that the rate of elimination was less than 10dB.

[0134] As shown in Table 7, the cycle engine performance of the one where the concentration of Sb in a recording layer is higher improved. Moreover, the presentation range where both the cycle engine performance and record shelf life become good spread by increasing both the concentration of Sb, and the concentration of Sn. Therefore, when using the recording layer (A= 22) of an example 7, it is desirable that the contents Y (atomic %) and B of Sn fill $0 < Y \leq 25$ and $2 \leq B \leq 4$, respectively.

[0135] (Example 8) In the example 8, the sample from which only the presentation of the 1st recording layer 18 differs in an example 7 was produced, and the same measurement as an example 7 was performed. Specifically, the 1st recording layer 18 was formed using the ingredient expressed with empirical formula (germanium-Sn) $2\text{SbBT}_{\text{e}5}$. Consequently, when the recording layer (A= 2) of an example 8 was used, it was desirable that B and Y filled $2 \leq B \leq 4$ and

$0 < Y \leq 15$, respectively.

[0136] (Example 9) In the example 9, the same sample as an example 2 was produced except for the 1st recording layer 18 and 1st reflecting layer 22 differing from each other. Specifically, the 1st recording layer 18 changed thickness within the limits of 1nm - 9nm using the ingredient by which an empirical formula is expressed with 4(germanium-Sn) Sb₂Te₇. Thickness was set to 3, 5, 7, 10, 12, 15, and 17 or 20nm at the 1st reflecting layer 22 using Ag alloy.

[0137] About two or more produced samples, the amplitude of a reflection factor, permeability, and 3T signal was measured. Consequently, the thickness of the 1st reflecting layer 22 was understood that it is desirable that it is within the limits of 5nm - 15nm, and it is more desirable that it is within the limits which is 8nm - 12nm. When there was no 1st reflecting layer 22, the reflection factor of the 1st information layer 13 fell. Moreover, when the 1st reflecting layer 22 was thinner than 5nm, the diffusion function of heat fell and the amplitude of 3T signal became small. Moreover, when thicker than 15nm, the permeability of the 1st information layer 13 fell.

[0138] (Example 10) In the example 10, the sample was produced by the same approach as an example 3 except for having changed the record location of the 1st recording layer 18 and an information signal. The 1st recording layer 18 set

thickness to 6nm, and, specifically, the empirical formula formed it with the ingredient expressed with 4(germanium-Sn) Sb₂Te₇ (however, Sn:10 atom %).

Information was recorded on either the groove (groove surface of the direction near the incidence side of a laser beam) formed for tracking control, or the land (groove surface of the one distant from the incidence side of a laser beam).

[0139] The permeability of the 1st information layer 13 of these samples was 50% on the average. The rate of elimination and CNR were measured by the same approach as an example 3 about these samples. In addition, it was made to change in the example 10 also about the power P_p of the laser beam at the time of forming a record mark (amorphous phase), and the power P_b of the laser beam at the time of forming a crystal phase. A measurement result is shown in Table 8.

[0140]

[Table 8]

第1の情報層13				第2の情報層14			
記録位置	CNR (dB)	消去率 (dB)	P _p /P _b (mW)	記録位置	CNR (dB)	消去率 (dB)	P _p /P _b (mW)
グループ	52	33	7.0/3.0	グループ	53	35	9.6/3.6
				ランド	53	34	10.0/4.0
ランド	52	34	7.5/3.5	グループ	53	34	9.5/3.5
				ランド	53	33	9.9/3.9

[0141] The result with good 30dB<= (rate of elimination) and 50 dB<=CNR was

obtained irrespective of whether the record location of the 1st information layer 13 is the part of a groove, or it is the part of a land, the record location of the 2nd information layer 14 is the part of a groove, or it is the part of a land so that clearly from Table 8. That is, both the properties of the 1st information layer 13 and the 2nd information layer 14 were good irrespective of the record location of a signal.

[0142] (Example 11) In the example 11, the sample was produced like the sample 3-18 of an example 3 except for the formation approaches of the 1st recording layer 18 and the 2nd recording layer 27 differing. Specifically, the 1st recording layer 18 and 2nd recording layer 27 were formed by performing DC sputtering in a krypton gas ambient atmosphere. Thus, about the obtained sample, the signal was recorded on the land part (refer to land 11 of drawing 1 b), and the record cycle engine performance was evaluated. In evaluation of the record cycle engine performance, it carried out by measuring CNR of 3T signal, and the count until it falls by 3dB from an early CNR value was made into the record cycle life. An evaluation result is shown in Table 9.

[0143]

[Table 9]

サンプル番号	スパッタリング ガス	サイクル回数	
		第1の情報層 13	第2の情報層 14
9-1	クリプトン	150,000	200,000
3-18	アルゴン	100,000	150,000

[0144] Compared with the sample 3-18 which formed the recording layer in the argon gas ambient atmosphere, as for the sample 9-1 which formed the recording layer in the krypton gas ambient atmosphere, the cycle engine performance has been improved about 1.5 times so that clearly from Table 9.

[0145] (Example 12) In the example 12, addition of Sb and Sn investigated the effect which it has on crystallization temperature and crystallization time amount. Seven layer of 6nm of 4SbBTe(s) were formed as the 1st recording layer 18 (germanium-Sn) on the quartz substrate to crystallization thermometries, and 5nm of germanium-N layers was formed on it. It presupposed that it is fixed at $A = 4$, and five kinds of samples which changed the value of B and Y were manufactured. Crystallization temperature was measured about these samples. The temperature which the rapid permeability fall accompanying crystallization produced defined crystallization temperature. Transmission change was measured carrying out the temperature up of the sample by the laser beam. Like the example 1, crystallization time amount produced the sample 50 of drawing 5, and measured it using the evaluation equipment of drawing 6. The sample for

crystallization thermometries and five kinds of samples with the same presentation of the 1st recording layer 18 were measured at that time. Thickness of the 1st recording layer 18 was set to 6nm. A measurement result is shown in Table 10.

[0146]

[Table 10]

サンプル 番号	B	Sn量 (原子%)	結晶化時間 (ns)	サンプル 番号	結晶化温度 (°C)
1-4	2	0	90	10-3	200
1-24	2	10	50	10-4	180
10-1	3	10	55	10-5	195
1-34	2	15	20	10-6	170
10-2	3	15	22	10-7	185

[0147] When a sample number 1-4, 1-24, and 1-34 were compared and only Sn was added by B= 2, crystallization time amount became short with 90ns -> 50ns -> 20ns, and crystallization temperature fell by 30 degrees C in connection with it with 200 degrees C -> 180 degrees C -> 170 degrees C. The fall of crystallization temperature spoils the thermal stability of a record mark. On the other hand, crystallization temperature was suppressed by the fall (200 degrees C -> 195 degrees C -> 185 degrees C and 15 degrees C), although crystallization time amount became short almost equally with 90ns -> 55ns -> 22ns when Sb was increased and it was made B= 3. Thus, the direction which

added Sb and Sn becomes possible [shortening crystallization time amount], securing thermal stability rather than adding only Sn.

[0148] (Example 13) In the example 13, the relation between the value of T_c of the 1st information layer, T_a , and $|\Delta T|/T_c$ (here, it is $\Delta T = T_c - T_a$) and the recording characteristic of the 2nd information layer was investigated.

[0149] Information record-medium 10a of drawing 3 was manufactured according to the approach of the operation gestalt 2. Change of the record sensibility of the 2nd information layer 14 in case the 1st information layer 13 is in an initial state (complete crystal) or a record condition (mixture of a crystallized state and an amorphous state) was measured using the evaluation equipment of drawing 4 about the manufactured sample. The thickness of the 1st dielectric layer 16, the 2nd dielectric layer 20, and the 3rd dielectric layer 24 was changed, and information record-medium 10a from which T_c and T_a differ was manufactured.

[0150] First, the polycarbonate substrate with a thickness of 1.1mm was prepared for the diameter of 120mm as the 2nd substrate 12. And the 2nd information layer 14 was formed on this substrate. Specifically The 2nd reflecting layer 31 (thickness: 80nm), the 7th volume phase 30 (thickness: 3nm), The 5th dielectric layer 29 (thickness: 11nm), the 6th volume phase 28 (thickness: 3nm), the 2nd recording layer 27 (thickness: 12nm), the 5th volume phase 26

(thickness: 3nm), and the 4th dielectric layer 25 (thickness: 65nm) were formed by the sputtering method in order. The 2nd recording layer 27 was formed with the ingredient expressed with empirical formula germanium₈Sb_{2.6}Te₁₁. Other layers were formed with the same ingredient as the sample of an example 3.

[0151] Next, initialization to which the 2nd recording layer 27 is changed from an amorphous phase to a crystal phase was performed by irradiating a laser beam at the 2nd information layer 14.

[0152] Next, the interlayer 15 by whom the groove was imprinted was formed by ultraviolet-rays hardenability resin on the 4th dielectric layer 25.

[0153] Next, the 1st information layer 13 was formed on the interlayer 15. Specifically The 3rd dielectric layer 24, the 4th volume phase 23 (thickness: 3nm), The 1st reflecting layer 22 (thickness: 10nm), the 3rd volume phase 21 (thickness: 3nm), The 2nd dielectric layer 20, the 2nd volume phase 19 (thickness: 3nm), the 1st recording layer 18 (thickness: 6nm), the 1st volume phase 17 (thickness: 3nm), and the 1st dielectric layer 16 were formed by the sputtering method in order. Next, initialization to which the 1st recording layer 18 is changed from an amorphous phase to a crystal phase was performed by irradiating a laser beam at the 1st information layer 13.

[0154] The 1st recording layer 18 was formed with the ingredient expressed with empirical formula (germanium-Sn) $8\text{Sb}_2\text{Te}_{11}$ (Sn:10 atom %). About other

layers, it formed with the same ingredient as an example 3.

[0155] Next, the 1st information layer 13 and 1st substrate 11 were pasted up using ultraviolet-rays hardenability resin. The diameter used for the 1st substrate 11 the polycarbonate substrate whose thickness is 0.09mm by 120mm. The sum total of the thickness of a glue line 36 and the thickness of the 1st substrate 11 was 0.1mm.

[0156] Using the evaluation equipment of drawing 4 , when the 1st information layer 13 was in an initialization condition, 3T signal was recorded on the 2nd information layer 14 by linear-velocity 5 m/s at the part of a groove. Pp (mW) and Pb (mW) from which 50dB CNR is obtained were measured. Next, 3T signal was recorded on the part of the groove of the 1st information layer 13, and 3T signal was recorded and measured into the part of the groove of the 2nd information layer 14 which the laser beam which penetrated the record part condenses.

[0157] Tc and Ta produced the disk sample which formed only the 1st information layer 13, and measured it with the spectroscope like the example 2. A measurement result is shown in Table 11.

[0158] In addition, D1, D2, and D3 of front Naka show the thickness of the 1st, 2nd, and 3rd dielectric layers 16, 20, and 24, respectively.

[0159]

[Table 11]

サンプル 番号	D1 (nm)	D2 (nm)	D3 (nm)	Tc (%)	Ta (%)	ΔT /Tc	第1の情報層13	第2の情報層14	
								Pp(mW)	Pb(mW)
11-1	110	22	17	54	48	0.11	初期化 状態	9.3	3.4
							記録 状態	9.7	3.6
11-2	17	22	9	50	43	0.14	初期化 状態	9.6	3.6
							記録 状態	11.0	4.1
11-3	56	6	39	38	44	0.16	初期化 状態	12.6	4.7
							記録 状態	10.9	4.1
11-4	120	6	23	52	51	0.02	初期化 状態	9.6	3.6
							記録 状態	9.6	3.6
11-5	40	6	23	51	52	0.02	初期化 状態	9.6	3.6
							記録 状態	9.6	3.6
11-6	45	6	28	47	51	0.09	初期化 状態	10.6	4.0
							記録 状態	10.5	4.0

[0160] As shown in Table 11, the one where $|\Delta T|/T_c$ is smaller did not depend on the condition of the 1st information layer 13, but the 2nd information layer 14 has verified that record sensibility change was small. Moreover, since the recorded fields increase in number as a user uses an information record medium and saves a new file, it is more desirable to satisfy $T_c < T_a$ so that decline in permeability may not follow. A sample 11-3 has small permeability at $(T_c + T_a) / 2 = 41$ (%), and the difference of T_c and T_a is a large configuration in $|\Delta T|/T_c = 0.16$. With this configuration, the 1st information layer 13 was considered that the record sensibility of the 2nd information layer 14 in an

initialization condition of those with about 13mW and permeability is a minimum mostly. Moreover, since the difference of T_c and T_a was large, when the 1st information layer 13 was in a record condition, nonuniformity arose in the amplitude of 3T signal of the 2nd information layer 14. Therefore, as for $|\Delta T|/T_c$, it is desirable that it is 0.15 or less, and it is more desirable that it is 0.05 or less.

[0161] In addition, in this example, although initialization of the 1st information layer 13 and the 2nd information layer 14 was performed before it pasted up the 1st substrate 11, it may perform the process of initialization at other stages. For example, you may initialize, after pasting up the 1st substrate 11, and the same result and effectiveness are acquired even in such a case.

[0162] (Example 14) In the example 14, count based on a matrix method was performed and it investigated about the relation between the ingredient of the 3rd dielectric layer 24 and thickness, and the permeability of the 1st information layer 13.

[0163] Count The 1st volume phase 17 of a polycarbonate substrate / 16/of the 1st dielectric layer (thickness: 3nm) / the 1st recording layer 18 (thickness: It carried out by assuming the structure of 6nm) / the 2nd volume phase 19 (thickness: 3nm) / dielectric layer 20 (thickness: 23nm) / the 3rd volume phase 21 (thickness: 3nm) / reflecting layer 22 (thickness: 10nm) / the 4th volume

phase 23 (thickness: 3nm) / dielectric layer 24. [2nd] [1st] [3rd] In addition, in count in case there is no 3rd dielectric layer 24, it calculated as what the 4th volume phase 23 does not have, either.

[0164] It calculated about T_c , T_a , A_c , and A_a when changing the thickness D_1 of the 1st dielectric layer 16 (nm), and the ingredient and thickness of the 3rd dielectric layer 24. T_c and A_c show the permeability of the 1st information layer 13 in case the 1st recording layer 18 is a crystal phase, and the rate of light absorption of the 1st recording layer 18, respectively. Moreover, T_a and A_a show the permeability of the 1st information layer 13 in case the 1st recording layer 18 is an amorphous phase, and the rate of light absorption of the 1st recording layer 18, respectively. A count result is shown in Table 12. The result of Table 12 is a value when setting up dielectric layer thickness so that the reflection factor R_c of the 1st information layer 13 in case the 1st recording layer 18 is a crystal phase (%), and the reflection factor R_a of the 1st information layer 13 in case the 1st recording layer 18 is an amorphous phase (%) may fill $R_a \leq 1$ and $5 \leq R_c/R_a$.

[0165]

[Table 12]

計算 番号	D1 (nm)	第3の誘電体層24			Tc	Ta	Ac	Aa
		材料	屈折 率	D3 (nm)	(%)	(%)	(%)	(%)
12-1	55	無し			40	42	47	54
12-2	50	MgO Al ₂ O ₃	1.7	34	45	45	46	51
12-3	50	AlN	1.9	34	45	46	45	51
12-4	50	Al-Ti-N ZnTe-O	2.0	23	48	48	42	48
12-5	45	ZnS-SiO ₂ ZnO ZrO ₂ -SiO ₂	2.3	17	51	50	41	46
12-6	45	TeO ₂ Ta ₂ O ₅ ZrO ₂	2.5	17	52	52	40	45
12-7	40	TiO ₂	2.8	17	53	53	39	44

[0166] As shown in Table 12, when there was no 3rd dielectric layer 24, Tc and Ta were 42% or less. On the other hand, Tc and Ta were able to be made into 45% or more by forming the 3rd dielectric layer 24. Moreover, it was confirmed by count that Tc and Ta can be enlarged, so that the refractive index was large. In order to make permeability 50% or more, it is desirable that a refractive index forms the 3rd dielectric layer 24 with 2.3 or more ingredients.

[0167] Next, in order to verify a count result, the 1st information layer 13 was actually produced and permeability was measured with the spectroscopy.

[0168] The 1st information layer 13 was produced by the following approaches. First, the polycarbonate substrate with a thickness of 1.1mm was prepared for the diameter of 120mm. On this substrate, the 3rd dielectric layer 24, the 4th

volume phase 23 (thickness: 3nm), The 1st reflecting layer 22 (thickness: 10nm), the 3rd volume phase 21 (thickness: 3nm), The laminating of the 2nd dielectric layer 20 (thickness: 23nm), the 2nd volume phase 19 (thickness: 3nm), the 1st recording layer 18 (thickness: 6nm), the 1st volume phase 17 (thickness: 3nm), and the 1st dielectric layer 16 was carried out to order. The 3rd dielectric layer and volume phase except a dielectric layer 24 were formed with the same ingredient as the sample of an example 3. The 1st recording layer 18 was formed with the ingredient expressed with empirical formula (germanium-Sn) $8\text{Sb}_2\text{Te}_{11}$ (Sn:10 atom %). And two or more samples to which the ingredient of the 3rd dielectric layer 24, thickness, and the thickness of the 1st dielectric layer 16 were changed were produced. Moreover, the sample which does not form the 4th volume phase 23 and 3rd dielectric layer 24 for a comparison was also produced. The result of having measured the permeability T_c and T_a of the 1st information layer 13 about these samples is shown in Table 13.

[0169]

[Table 13]

	D1 (nm)	第3の誘電体層24		Tc (%)	Ta (%)
		材料	D3(nm)		
13-1	55	無し		39	41
13-2	50	MgO	34	44	46
13-3	50	Al ₂ O ₃	34	45	45
13-4	50	AlN	34	45	45
13-5	50	Al-Ti-N	23	49	48
13-6	50	ZnTe-O	23	47	48
13-7	45	ZnS-SiO ₂	17	50	50
13-8	45	ZnO	17	51	49
13-9	45	ZrO ₂ -SiO ₂	17	49	50
13-10	45	TeO ₂	17	52	52
13-11	45	Ta ₂ O ₅	17	52	51
13-12	45	ZrO ₂	17	52	51
13-13	40	TiO ₂	17	54	53

[0170] As shown in Table 13, the result almost as predicted was obtained. With the sample 13-7 to 13-13, 50% or more of permeability was obtained. Thus, the permeability of the 1st information layer 13 improved by leaps and bounds by forming the 3rd dielectric layer 24.

[0171] As mentioned above, although the example was given and explained about the gestalt of operation of this invention, this invention is not limited to the gestalt of the above-mentioned implementation, but can be applied to other operation gestalten based on the technical thought of this invention.

[0172]

[Effect of the Invention] As explained above, according to the information record

medium and its manufacture approach of this invention, it has two recording layers and the information record medium in which high density record is possible is obtained.

[0173] Moreover, according to the record playback approach of this invention, high density record is possible.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] an example is shown about the information record medium of this invention -- it is a sectional view a part.

[Drawing 2] It is drawing showing the presentation range of the 1st recording layer about the information record medium of this invention.

[Drawing 3] other examples are shown about the information record medium of this invention -- it is a sectional view a part.

[Drawing 4] It is drawing showing the configuration of an example typically about the record regenerative apparatus used for the record playback approach of this invention.

[Drawing 5] the configuration of the sample used for evaluation of the information

record medium of this invention is shown -- it is a sectional view a part.

[Drawing 6] It is drawing showing typically the configuration of the evaluation equipment used for evaluation of the information record medium of this invention.

[Description of Notations]

10 10a Information record medium

11 1st Substrate

11a Slot

11b Land

12 2nd Substrate

13 13a 1st information layer

14 2nd Information Layer

15 Interlayer

16 1st Dielectric Layer

17 1st Volume Phase

18 1st Recording Layer

19 2nd Volume Phase

20 2nd Dielectric Layer

21 3rd Volume Phase

22 1st Reflecting Layer

23 4th Volume Phase

24 3rd Dielectric Layer

25 4th Dielectric Layer

26 5th Volume Phase

27 2nd Recording Layer

28 6th Volume Phase

29 5th Dielectric Layer

30 7th Volume Phase

31 2nd Reflecting Layer

35, 43, 63 Laser beam

36 Glue Line

40 Record Regenerative Apparatus

41 Spindle Motor

42 62 Optical head

44 64 Semiconductor laser

45 65 Objective lens

50 Sample

51 Substrate

52 Glue Line

53 Dummy Substrate

61 Stage